Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

Desnutrição infantil no município de maior risco nutricional do Brasil: Jordão, Acre, Amazônia Ocidental (2005-2012)

Thiago Santos de Araújo

São Paulo
2017

Desnutrição infantil no município de maior risco nutricional do Brasil: Jordão, Acre, Amazônia Ocidental (2005-2012)

Thiago Santos de Araújo

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública, na forma de turma especial Doutorado Interinstitucional (Dinter) da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal do Acre, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Epidemiologia

Orientador: Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto

Versão Revisada
São Paulo
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação
Biblioteca/CIR: Centro de Informação e Referência em Saúde Pública
Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santos de Araújo, Thiago
- Desnutrição infantil no município de maior risco nutricional do Brasil: Jordão, Acre, Amazônia Ocidental (2005-2012) / Thiago Santos de Araújo; orientador Francisco Chiaravalloti Neto. -- São Paulo, 2017.
186 p.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2017.

1. Desnutrição Infantil. 2. Análise Espacial. 3. Amazônia Ocidental Brasileira. 4. Epidemiologia Nutricional. 5. Saúde Materno Infantil. I. Chiaravalloti Neto, Francisco, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar.

Ao meu querido orientador Professor Doutor Francisco Chiaravalloti Neto, por toda ajuda, compreensão, incentivo, paciência e fé que essa tese iria dar certo, sempre optando pelo caminho da construção, aprimoramento e valorização dos produtos apresentados em detrimento à crítica e foco nas limitações e fragilidades.

À minha paciente, compreensiva, amorosa e obstinada fiel escudeira Cristieli Sérgio de Menezes Oliveira por todo carinho, amor, e a grande ajuda dispensada nesse projeto, um exemplo para mim de que com força, fé e muito trabalho nossos objetivos podem ser conquistados independente de suas probabilidades.

Aos meus amados pais**,** Maria Antônia dos Santos e José Leite de Araújo, à minha irmã Maria Teresa Santos de Farah e toda a minha família pela caminhada até mais essa vitória!

Às instituições envolvidas no projeto "Doutorado Interinstitucional" **(**Dinter), Universidade Federal do Acre (UFAC), Universidade de São Paulo (USP) e ao Governo do Estado Acre por acreditar na proposta.

À Professora Doutora Maria Helena D`Aquino Benício e ao Professor Doutor Pascoal Torres Muniz por me apresentarem o município de Jordão, cenário em que se desenrola o enredo dessa trabalho e que vai ficar marcado para sempre em minha vida.

Aos Professores Cleide Laviere Martins, Ângela Maria Belloni Cuenca, Júlio Cesar Rodrigues Pereira e Cristiane de Oliveira Cardoso pela coordenação e operacionalização do DINTER.

À Angela Fernandes e ao Raiff Pimentel Soares pela permanente disposição em ajudar.

A meus novos irmãos da Família DINTER, Melissa Chaves Vieira Ribera, Leonardo Augusto Kohara Melchior, Viliane Lima da Silva, Juliana Lúcia Duarte, Rozilaine Redi Lago, Fernando de Assis J. Melo, Luci Maria Teston, Andreia Fernandes Brilhante, Cleber Ronald Inácio dos Santos, Gilberto, Maria das Graças Alves Pereira, Gilberto Ribeiro Vieira, Alexsandra Pinheiro Cavalcante Costa, Jene Greyce Oliveira da Cruz, Francimar Leão Torres e Juliano Raimundo Cavalcante que compartilharam comigo essa caminhada dividindo desafios, conquistas, aprendizados e o mais importante a companhia e o tempo.

À militante do universo das Frações de Impacto Populacional: Gabriela dos Santos Buccini, por toda a generosidade, disposição, horas de discussão e mão na massa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de estudo durante o período de estagio em São Paulo.

À Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC) pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

RESUMO

Araújo, TS. Desnutrição infantil no município de maior risco nutricional do Brasil: Jordão, Acre, Amazônia Ocidental (2005—2012) [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2017.

Introdução: As modificações econômicas, política e sociais ocorridas no Brasil, iniciadas com o movimento de redemocratização do país, favoreceram o investimento em políticas públicas com impacto marcante na nutrição infantil inclusive em municípios do interior da Amazônia. Esse movimento promoveu alterações importantes na estrutura epidemiológica da desnutrição, contudo, a modulação dessas transformações por fatores da paisagem Amazônica ainda é pouco investigada. **Objetivo:** Medir a prevalência da desnutrição, analisar sua evolução temporal, sua distribuição espacial, seus fatores associados segundo ascendência indígena e suas respectivas Frações de Impacto Potencial (PIF) em crianças pré-escolares da Amazônia. **Metodologia:** Os dados deste trabalho são oriundos de dois inquéritos de base populacional realizados nos anos de 2005 e 2012 com, respectivamente n=478 e n=836 crianças da zona urbana e rural de Jordão, Acre. A variável dependente do estudo foi o déficit de altura para idade (Height for Age in Z score - HAZ) <-2. Foi analisada a evolução da prevalência de desnutrição e seus determinantes na área urbana e rural, além da obtenção de suas Frações de Impacto Potencial (FIP). Avaliou-se também a distribuição espacial das prevalências e das odds ratios (OR) do desfecho, além de testar a sua dependência espacial através de um modelo aditivo generalizado utilizando-se a rotina epigam do programa R. Também foram construídos modelos explicativos de fatores relacionados à desnutrição, para crianças com e sem ascendência indígena utilizando-se regressão de Poisson, com erro robusto. **Resultados:** As prevalências gerais de desnutrição foram de 35,8% (ICI95%: 31,5; 40,3) em 2005 e de 49,2% (ICI95%: 45,7; 52,6) para o ano de 2012. Identificou-se tendência temporal heterogênea nas prevalências do desfecho, com redução de 28,7% na área urbana e incremento de 39,7% na zona rural. O declínio foi atribuído à ampliação da cobertura da assistência pré-natal (porcentagem explicada: 18,8%), redução da pobreza (17,5%) e melhora das condições de nascimento (11,9%). Já o aumento ocorreu pela diminuição da produção de alimentos da agricultura familiar (12,1%), redução da altura materna (10,5%) e poder de compra das famílias (7,5%). Foram mapeadas áreas de elevado risco nutricional (valores de odds entre OR= 3 e OR=4; p<0,01), sobretudo na região localizada próxima às cabeceiras dos

rios Jordão e Tarauacá, indicando a importância das condições de acesso e disponibilidade de alimentos na determinação da desnutrição nessas áreas. A modelagem espacial permitiu identificar covariáveis que interferem no crescimento linear infantil e conseguem explicar a dependência espacial em áreas de elevada OR de desnutrição. A escolaridade materna inferior a três anos de estudo (OR=3,2; IC95%=2,4;4,3), residir em área rural (OR=9,8; IC95%=7,4;13,0); consumo de álcool durante a gestação (OR=3,0; IC95%=2,7;3,3) e pneumonia no último ano (OR=2,1; IC95%=1,9;2,3) se destacam como fatores associados aos déficits de estatura nesta análise. Por sua vez, no estudo dos fatores associados à desnutrição entre crianças com e sem ascendência indígena, variáveis ligadas à incorporação de hábitos negativos da sociedade envolvente como o consumo de álcool durante a gestação, o uso de chupeta e a introdução de leite de vaca integral na dieta da criança se mostraram associadas ao desfecho no grupo com ascendência indígena, enquanto naquele sem ascendência, variáveis ligadas à gestação tiveram maior poder explicativo. **Conclusão:** O estudo identificou cenários (urbano e rural) e segmentos populacionais (populações com e sem ascendência indígena) com prevalências de desnutrição heterogêneas e tendências temporais opostas. Também foi possível identificar um aumento na proporção de mães com baixa estatura mostrando situação registrada em poucas áreas ao redor do mundo. Barreiras geográficas, sociais e étnicas estão contribuindo para a manutenção da elevada prevalência de desnutrição nessa área com estes achados auxiliando o entendimento das disparidades evidenciadas para a região Norte quando comparadas ao restante do país em relação ao cenário nutricional infantil.

Descritores: Desnutrição Infantil, Amazônia Ocidental Brasileira, Populações Indígenas, Estado Nutricional, Saúde Infantil, Análise espacial.

ABSTRACT

Araújo, TS. Child stunting in the county with the highest nutritional risk in Brazil: Jordan, Acre, Western Amazonia (2005-2012) [doctoral thesis]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2017.

Background: The economic, political and social changes that took place in Brazil, which began with the country's redemocratization movement, favored investment in public policies with a significant impact on child nutrition, including in municipalities in the interior of the Amazon. This movement promoted important changes in the epidemiological structure of stunting; however the modulation of these transformations by factors of the Amazonian landscape is still little investigated. **Objective:** To measure the prevalence of malnutrition, to analyze its temporal evolution, its spatial distribution, its factors associated by indigenous ancestry and its respective Potential Impact Fractions (FIP) in pre-school children in the Amazon. **Methodology:** Data from this study come from two population-based surveys conducted in 2005 and 2012 with, respectively, n = 478 and n = 836 children from urban and rural areas of Jordan, Acre. The study-dependent variable was the height-for-age deficit (HAZ <-2). It was analyzed the evolution of the prevalence of stunting and its determinants in the urban and rural area, in addition to obtaining its Potential Impact Fractions (PIF). The spatial distribution of prevalence and odds ratio (OR) of the outcome was also analyzed, as well as was tested the spatial dependence of ORs, through a generalized additive model using the R program's epigam routine. Factors associated to stunting, for children with and without indigenous ancestry, were identified using Poisson Regression, with robust variance. **Results:** The general prevalence of stunting was 35.8% (CI95%: 31.5; 40.3) in 2005 and 49.2% (CI95%: 45.7; 52.6) for the year 2012. A heterogeneous temporal trend was identified in the prevalence of stunting, with reduction of 28.7% in the urban and an increase of 39.7% in the rural areas, comparing the two surveys. In urban areas, this decline can be attributed to the increase in prenatal care coverage (explained percentage: 18.8%), poverty reduction (17.5%) and improved birth conditions (11.9%). In the rural area, the increase in the prevalence of stunting can be explained by the decrease in food production in family farming (12.1%), maternal height (10.5%) and household purchasing power (7.5%). The spatial analysis of the prevalence of stunting in this city allowed the identification of areas of high nutritional risk (OR = 4 and OR = 3; p <0.01), especially in regions located upstream of the Jordão and Tarauacá river, indicating the importance of access and availability of food for the stunting

determination. Spatial modeling allowed the identification of covariates that interfere with linear infant growth and explained spatial dependence in high OR areas of stunting. The maternal schooling under three years (OR = 3.2, 95% CI = 2.4; 4.3), live in rural areas (OR = 9.8, 95% CI = 7.4, 13.0), (OR = 3.0, 95% CI = 2.7, 3.3) and pneumonia in the prior year (OR = 2.1, 95% CI = 1.9) were factor associated to the height deficit. In turn, the study of the factors associated with stunting among children with and without indigenous ancestry showed important differences in these factors, with the group with indigenous ancestry presenting variables related to the incorporation of negative habits of the surrounding society such as the consumption of alcohol during pregnancy, the pacifier use and the introduction of whole cow's milk to the child's diet as important determinants of stunting, while in the group without indigenous ancestry, variables related to gestation had greater weight. **Conclusion:** The study identified scenarios (urban and rural) and population segments (populations with and without indigenous ancestry) with a heterogeneous prevalence of stunting and opposite temporal trends. It was also possible to identify an increase in the proportion of mothers with short stature showing a situation registered in few areas around the world. Geographical, social and ethnic barriers contribute to the maintenance of the high stunting prevalence in this area, with these findings facilitating the understanding of the disparities between the Brazilian North region compared to the rest of the country concerning to the child nutritional scenario.

Descriptors: Stunting, Western Brazilian Amazon, Indigenous Populations, Nutritional Status, Child Health, Spatial Analysis.

ÍNDICE

PREAMBULO 15

APRESENTAÇÃO..... 17

1 INTRODUÇÃO 19

1.1 ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS DO ESTADO NUTRICIONAL INFANTIL: IDENTIFICANDO OS CASOS DE DESNUTRIÇÃO..... 19

1.2 ESTIMATIVAS MUNDIAIS DA PREVALÊNCIA DE DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO MUNDO..... 20

1.3 A AGENDA INTERNACIONAL DE COMBATE À DESNUTRIÇÃO INFANTIL 24

1.4 PANORAMA DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO BRASIL..... 26

1.5 O ENFRENTAMENTO DA DESNUTRIÇÃO E DA FOME NA AGENDA NACIONAL..... 29

1.6 O CENÁRIO DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO ACRE 32

1.7 REPERCUSSÕES DA DESNUTRIÇÃO SOBRE O ORGANISMO DA CRIANÇA: A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL 34

1.8 O ESTUDO DOS FATORES ASSOCIADOS À DESNUTRIÇÃO INFANTIL 36

1.9 POR QUE ESTUDAR A DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO MUNICÍPIO DE JORDÃO - ACRE? 41

2 OBJETIVOS 45

2.1 GERAL 45

2.2 ESPECÍFICOS..... 45

3 METODOLOGIA 46

3.1 ÁREA DE ESTUDO 46

3.2 POPULAÇÃO, DELINEAMENTO E TAMANHO AMOSTRAL DO ESTUDO 48

3.3 COLETA DE DADOS 49

3.3.1 Aspectos Gerais 49

3.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS 50

3.4.1 Análise dos fatores relacionados à evolução da desnutrição infantil na zona urbana e rural do município de Jordão, Acre e de suas respectivas frações de impacto populacional..... 52

3.4.2 Análise dos fatores relacionados à desnutrição infantil entre crianças com e sem ascendência indígena 54

3.4.3 Distribuição espacial da desnutrição infantil em Jordão-Acre 57

3.5 ASPECTOS ÉTICOS 60

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 61

4.1 ARTIGO 1 – "*Geographical and socioeconomic inequalities in the evolution of prevalence of stunting in children: a population-based study in the Brazilian Amazon"*…… 62

4.2 ARTIGO 2 – "*Desnutrição infantil na paisagem Amazônica: modelagem espacial em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil*" 93

4.3 ARTIGO 3 – "*Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon*"…….. 127

5 CONCLUSÕES..... 166

6 REFERÊNCIAS..... 168

ANEXOS..... 179

Anexo 1 - Parecer do Comitê de Ética em pesquisa inquérito 2005..... 179

Anexo 2 - Parecer do Comitê de Ética em pesquisa inquérito 2012..... 180

Anexo 3 - Comprovante submissão do artigo 1..... 181

Anexo 4 - Comprovante submissão do artigo 3..... 182

Anexo 5 - Currículo lattes do aluno..... 184

Anexo 6 - Currículo Lattes Orientador..... 185

Lista de Figuras

Figura 1 Estimativas mundiais do número absoluto e prevalência de problemas nutricionais materno e infantil, 1990-2014..... 21

Figura 2 Número de crianças menores de cinco anos afetadas pela desnutrição e pelo sobrepeso segundo região do mundo, 1990 - 2014..... 23

Figura 3 Mapa da fome no mundo, 2016..... 24

Figura 4 Mudanças no *status* e nos motores da nutrição no Brasil (1982-2015)..... 28

Figura 5 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Compromissos estabelecidos na Agenda Brasileira e Internacional até 2030..... 32

Figura 6 Mapa do município de Jordão e sua localização em relação à América do Sul e ao Estado do Acre..... 47

Figura 7 Foto aérea da área urbana do município de Jordão, com sua pista de pouso ao centro, a parte mais nova da cidade à esquerda da pista e sua porção mais antiga à direita. Na borda direita da figura, observa-se o encontro dos rios Tarauacá..... 47

Figura 8 Modelo conceitual hierárquico para identificação de variáveis associadas ao déficit de crescimento entre crianças com e sem ascendência indígena no município de Jordão, Acre, (adaptado de OLINTO et al., 1993)..... 56

Lista de Quadros

Quadro 1 Estratégias-chaves e políticas públicas sobre Segurança Alimentar e Nutricional do Brasil..... 31

Quadro 2 Estimativas de prevalências de desnutrição e risco nutricional dos municípios acreanos baseados no Censo de 2000. (2005)..... 43

Quadro 3 Modelo teórico para identificação dos fatores associados à variação temporal da desnutrição no município de Jordão, Acre, (adaptado de OLINTO et al., 1993). 2012 53

Siglas utilizadas

A/I	Indicador antropométrico - altura para a idade
ALC	América Latina e Caribe
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DNTs	Doenças não transmissíveis
ENDEF	Estudo Nacional da Despesa Familiar
ESF	Estratégia Saúde da Família
FIP	Fração de Impacto Potencial
FUNDHACRE	Fundação Hospital Estadual do Acre
GAM	Generalized Additive Model
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICN2	Second International Conference on Nutrition
IFPRI	International Food Policy Research Institute
INAN	Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição
IR	Índice de riqueza
N4G	Nutrition For Growth
NUPENS	Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OR	Odds Ratio
P/A	Indicador antropométrico - peso para altura
P/I	Indicador antropométrico - peso para idade
PACS	Programa de Agentes Comunitários de Saúde
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
PNDS	Pesquisa Nacional Sobre Demografia de Saúde
PNSN	Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição
PPSUS	Programa de Pesquisa para o Sistema Único de Saúde
PROFAE	Projeto de Profissionalização dos Trabalhadores da Área de Enfermagem

PRONAN	Programa Nacional de Alimentação e Nutrição
PSF	Programa Saúde da Família
SEAPROF	Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar
SIASI	Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SMART	Specific, measurable, achievable, relevant, and time bound
SUN	Scaling Up Nutrition
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UFAC	Universidade Federal do Acre
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS	World Geodetic System
WHA	World Health Assembly

PREAMBULO

Inicialmente gostaria de apresentar minha trajetória na pesquisa que se inicia em 2002 quando fui selecionado para participar do Programa de Iniciação Científica quando estava cursando o quarto período de enfermagem na Universidade Federal do Acre. Tive a oportunidade de trabalhar com o Professor Pascoal Torres Muniz, nutricionista, do qual fui bolsista de iniciação científica durante toda a graduação, sempre trabalhando com Epidemiologia Nutricional.

Em 2005 de uma conversa entre o professor Pascoal Torres Muniz e a Professora Maria Helena d'Aquino Benício da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP) e integrante do Núcleo de Pesquisa Epidemiológica em Nutrição e Saúde (NUPENS) surgiu a ideia de realizar o primeiro corte transversal para avaliar, de maneira direta, as condições de saúde e nutrição de menores cinco anos de Jordão. Esse projeto teve como fundamento a identificação deste município do Estado do Acre como o de maior risco nutricional do país, em estudo realizado pela professora Maria Helena que estimou o risco de desnutrição em menores de cinco anos para os 5.507 municípios brasileiros.

O estudo de estimativas do risco de desnutrição utilizou um modelo múltiplo aplicado às informações do Censo 2000 para obter os risco nutricionais, com isso o professor Pascoal se propôs a realizar em loco a medição desse desfecho e submeteu um projeto ao Edital do Programa de Pesquisa para o Sistema Único de Saúde (PPSUS) 001/2004 que foi aprovado e do qual fiz parte da equipe de execução. Nesse primeiro projeto fui enviado ao Jordão para fazer contato com a equipe da pastoral da criança e do polo de saúde indígena que auxiliaram na aplicação dos questionários, seu treinamento e início da coleta de dados na zona urbana do município até a chegada do restante da equipe. Participei também da avaliação nutricional e aplicação de questionários na zona urbana e rural, construção dos bancos de dados e analises para a elaboração dos relatórios finais do projeto (enviado também a secretaria de saúde do município) e do programa de iniciação cientifica, representando uma importante experiência de campo em um estudo de base populacional. Esses dados foram também utilizados para elaboração de minha tese de mestrado

Em 2010, já como professor da Universidade Federal do Acre tive a oportunidade de submeter um novo projeto que resultou na realização do segundo corte transversal para avaliação de saúde e nutrição dos menores de cinco anos e suas mães, conseguindo ser aprovado no edital 004/2010 do PPSUS no qual fui o coordenador. Esse segunda avaliação

permitiu vivenciar de maneira ainda mais intensa a responsabilidade de desenvolver um projeto de pesquisa de base comunitária com amostra probabilística de crianças e suas mães da zona urbana e rural em uma localidade de difícil acesso do interior da Amazônia, com todas as suas barreiras logísticas e de infraestrutura. Apesar de todas as dificuldades o projeto proposto foi executado produzindo uma quantidade significativa de informações das quais uma parcela foi utilizada para elaboração desta tese de doutorado.

Vale ressaltar que além das atividades de pesquisa, nesse segundo corte transversal realizado foi possível associar uma series de atividades de extensão que incluíram a realização de seminários para a população e profissionais de saúde do município sobre os resultados do projeto anterior, a construção de uma horta comunitária em parceria com a Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar (SEAPROF), oficina de atualização com os profissionais de enfermagem da atenção básica sobre a realização do exame de prevenção do colo uterino, além de um curso de aproveitamento integral dos alimentos com as merendeiras em parcerias com professoras da enfermagem e nutrição e dos alunos da graduação de medicina da Universidade Federal do Acre (UFAC). Isso permitiu uma devolução, mesmo que pequeno, de toda a contribuição dessa localidade para o avanço do conhecimento na temática da nutrição infantil no interior da Amazônia brasileira.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho possui como problema de pesquisa o estudo dos fatores contribuintes para a formação de um *cluster* de elevado risco nutricional infantil no interior da Amazônia (BENICIO et al., 2013). A paisagem Amazônica é um importante campo de investigação científica, estando presente entre as questões de interesse nacional desde o início do desenvolvimento da moderna saúde pública no Brasil (CONFALONIERI, 2005). Apesar disso, poucos trabalhos procuraram discutir as inter-relações entre ambiente, indivíduos e as forças sociais produtoras de doença nesse espaço, especialmente aquelas não classificadas no grupo de doenças infecciosas como, a desnutrição (PIPERATA et al., 2011).

Foram investigados determinantes relacionados ao desenvolvimento de déficit nutricional em crianças pré-escolares, que impacta no crescimento físico, afetando a altura final atingida pelas crianças e aumento no risco de morbidades como obesidade e diabetes tipo 2 (SAWAYA e ROBERTS, 2003; VICTORA et al., 2011) Foi possível identificar peculiaridades regionais, utilizando a metodologia epidemiológica e buscando aplicar o conceito de território, a fim de identificar padrões da dinâmica social, ambiental e cultural, com reflexos na altura atingida em cada idade (SANTOS, SOUZA e SILVEIRA, 1998). Por sua magnitude e impactos no indivíduo e sociedade, a desnutrição persiste como um importante problema de saúde pública (PRENDERGAST e HUMPHREY, 2014), estando nas agendas nacionais e internacionais. Investigar sua distribuição e identificar fatores modificáveis é uma prioridade e tem potencial de subsidiar a tomada de decisão pelas esferas de governo, profissionais de saúde e pela sociedade, baseada em evidências científicas.

O presente estudo utilizou técnicas de análise espacial e modelagem hierárquica para a obtenção de medidas de frequência, efeito e impacto oferecendo possibilidade de aplicação direta na readequação de ações já existentes e formulações de políticas públicas alinhadas a esse contexto. Além disso, permite uma maior compreensão do espaço geográfico amazônico e como seus elementos interagem na produção de retardo de crescimento linear. Apesar de sua biodiversidade, a Amazônia é um ambiente hostil que impõe uma série de dificuldades para a entrada e fixação do homem neste ecossistema. Nessa perspectiva, os grupos sociais que ali residem apresentam particularidades resultantes do processo de adaptação à essa realidade e ao processo de produção social de doença nele estabelecido (STRINGHINI et al., 2017).

A bagagem cultural trazida pelos indivíduos e as tecnologias que são produzidas nesse processo de adaptação alteram as historias ecológica, biológica, econômica, e cultural

presente no território, interferindo do processo saúde-doença que nele se estabelece (SANTOS, SOUZA e SILVEIRA, 1998).

Nessa perspectiva, a utilização do espaço como categoria de análise tem recentemente ganhado visibilidade em virtude da incorporação de novas técnicas e programas de geoprocessamento, que ampliaram a capacidade de análise de dados (BEZERRA FILHO et al., 2007). Essas tecnologias podem auxiliar no mapeamento destes processos que interferem no crescimento infantil permitindo sua melhor visualização, através de mapas temáticos e modelos multivariados que testam sua dependência espacial, permitindo um melhor entendimento dos mecanismos que levam a formação de aglomerados espaciais de casos de desnutrição. É possível localizar mais precisamente onde estão ocorrendo os casos, os serviços que a população procura, os espaços onde estão os maiores riscos ambientais e as áreas onde se concentram as situações de maiores vulnerabilidades visando ter uma resposta mais efetiva das ações propostas (CARVALHO et al., 2000).

A desnutrição infantil, medida e avaliada através de seu índice de altura para idade é um excelente parâmetro das condições de vida de uma população, em virtude da estrita relação existente entre crescimento infantil, condições sanitárias, ambientais e culturais. Como resultado do processo de adaptação e de interação da criança com seu entorno, a dimensão espacial ganha força na compreensão desse fenômeno, especialmente no contexto amazônico, em virtude de sua elevada ocorrência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). No Brasil, estudos mostrando diferenças na prevalência de desnutrição entre grupos sociais, regiões e Estados, revelam a existência de padrões diferenciados na ocorrência desse fenômeno nos vários recortes que se pode dar ao território nacional (SILVEIRA et al., 2010; FERREIRA et al., 2011; HORTA et al., 2013), contudo poucos estudos se voltam para a região Norte mesmo ela figurando como prioridade dada sua maior carga de desnutrição infantil e vulnerabilidade social de sua população.

A presente tese foi organizada no formato de artigos contendo uma parte introdutória com o referencial teórico, exposição dos objetivos e a descrição de aspectos gerais do delineamento do estudo e dos métodos empregados, os quais foram abordados mais detalhadamente em cada um dos artigos. A sessão de resultados e discussão é composta por três manuscritos formatados segundo as normas dos periódicos aos quais foram ou serão submetidos. Finalmente, são apresentadas as conclusões, agrupando aquelas já presentes nos artigos e as considerações finais, que contextualiza os principais achados da tese.

1 INTRODUÇÃO

1.1 ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS DO ESTADO NUTRICIONAL INFANTIL: IDENTIFICANDO OS CASOS DE DESNUTRIÇÃO

Para uma melhor compreensão da desnutrição infantil faz-se necessário entender os índices utilizados para sua identificação bem como suas aplicações. Uma das primeiras manifestações da instalação deste agravo nas crianças é a estagnação ou queda no ritmo do crescimento, seja linear ou no ganho de peso. Sua identificação pode ser feita através da antropometria, que por ser simples e de baixo custo é o método de escolha para o diagnóstico desta deficiência, tanto para indivíduos quanto para populações. As medidas mais frequentemente utilizadas são: peso, altura, perímetro cefálico, pregas cutâneas e tricipital e circunferência braquial do braço (WHO, 1995; SIGULEN et al., 2000; WHO, 2006a).

Através das medidas de peso e altura, combinadas entre si ou com a idade e o sexo, são construídos índices para a classificação de indivíduos e grupos populacionais. Os mais utilizados e recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para crianças menores de cinco anos são: altura para idade (A/I), peso para idade (P/I), peso para altura (P/A) (WHO, 1995; 2006a). Esses índices podem ser expressos de três formas distintas: o percentual de adequação para a mediana, a distribuição percentílica e o escore Z (distribuição ou curva normal). O critério de classificação escore Z mostra em unidades de desvio padrão o afastamento do valor antropométrico observado para o valor médio esperado desta medida em uma população de referência escolhida, sendo recomendado o uso dos valores abaixo –2 escore Z, como índice de desnutrição infantil e +2 escore Z para sobrepeso (WHO, 1995, 2006a).

A construção das novas curvas de referências foi uma iniciativa da OMS no começo da década de 1990, através de um estudo multicêntrico internacional de coortes de nascimento, conduzidas nos Estados Unidos, Omã, Noruega, Brasil, África do Sul e Índia. Os dados coletados foram utilizados incialmente para a construção de curvas para crianças do sexo masculino e feminino até cinco anos de idade, retratando o crescimento normal esperado sob condições ambientais e de aleitamento ótimas. Estas curvas podem ser utilizadas independentemente da raça/etnia, nível socioeconômico e prática alimentar, já que utilizou informações de crianças dos cinco continentes e de diferentes culturas (WHO, 2006b).

O índice A/I refere-se ao crescimento linear, e seu déficit, também conhecido como *stunting*, mostra que a criança tem o crescimento comprometido em processo de longa

duração ou passou por um processo grave de privação ou evento mórbido, não permitindo que ela expressasse toda sua potencialidade genética de ganho de altura (SIGULEN et al., 2000). Os déficits de A/I são os mais frequentes tanto no âmbito nacional quanto internacional, revelando um predomínio de quadros prolongados de privação alimentar e elevada ocorrência de morbidades, representando o panorama epidemiológico mais relevante da desnutrição infantil no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009) e nos países de baixa e média renda (DE ONIS e BRANCA, 2016).

O índice P/I (*underweight*) reflete a relação entre massa corporal e a idade. Apesar das vantagens de sua utilização, ele apresenta uma considerável limitação, pois como a altura não é levada em conta é possível classificar, equivocadamente, uma criança com sobrepeso quando, na realidade, ela apresenta elevada estatura para idade. O P/A por sua vez mede a massa muscular e proporciona informações tanto de déficits quanto de excesso de peso. O déficit de P/A (*wasting)* pode se desenvolver e ser recuperado, rapidamente. É o índice antropométrico que apresenta as menores proporções de déficits (WHO, 1995; UNICEF, 2008; IFPRI, 2016).

O conhecimento dessas medidas e a compreensão dos seus significados para o estado nutricional infantil são fundamentais no momento de interpretar os achados dos estudos, já que as prevalências de desnutrição irão depender do índice antropométrico utilizado. Atualmente, a altura para idade, por sua maior estabilidade e por apresentar efeito cumulativo é o mais utilizado para investigações da prevalência de desnutrição, sendo recomendado pela OMS (1995; 2006). Deste ponto em diante no texto, sempre que for citado o vocábulo desnutrição, ele se referirá aos déficits A/I expressos através do escore Z. Quando do uso dos demais índices, serão utilizados os sinônimos *underweight*, para déficits de P/I, e *wasting*, para os de P/A.

1.2 ESTIMATIVAS MUNDIAIS DA PREVALÊNCIA DE DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO MUNDO

O índice antropométrico infantil A/I identifica as maiores porcentagens de crianças menores de cinco anos desnutridas, conforme visto na análise dos dados do *Global Database on Child Growth and Malnutrition* da OMS (DE ONIS e BLÖSSNER**,** 2003). Em virtude disso, o déficit de estatura é a característica antropométrica mais representativa do quadro

epidemiológico da desnutrição infantil em crianças no mundo (BLACK et al., 2013; IFPRI, 2016), revelando a natureza crônica do problema investigado (MONTEIRO e CONDE, 2000).

Estimativas mundiais para 2014 apontavam a existência de 50 milhões de crianças menores de cinco anos de idade com *wasting* e 159 milhões (24%) com *stunting*, utilizando-se com base as curvas de crescimento infantil da OMS (WHO, 2006a; 2006b), revelando uma queda de ~37% a partir de uma estimativa de 255 milhões em 1990. Em 25 anos, a prevalência caiu de 40% (1990) para 24% (2011), representando uma redução de 40,0% com uma taxa média anual de 1,6% (BLACK et al., 2013; IFPRI, 2016; UNICEF, 2007). Na Figura 1, são apresentadas as estimativas do número absoluto e das prevalências de alguns problemas nutricionais para mundo comparando-se os valores do início dos anos 1990 e de 2014.

Indicador	Número de indivíduos	Prevalência atual (%)
Atraso no crescimento em crianças menores de cinco anos	159 milhões em 2014 (255 milhões em 1990)	23,8 (39,6 em 1990)
Sobrepeso em crianças menores de cinco anos	41 milhões em 2014 (31 milhões em 1990)	6,1 (4,8 em 1990)
Emaciação em crianças menores de cinco anos	50 milhões em 2014	7,5
Emaciação grave em crianças menores de cinco anos	16 milhões em 2014	2,4
Anemia em mulheres entre 15 e 49 anos (não gestantes e gestantes)	533 milhões em 2011	29 para mulheres não gestantes em 2011 (33 em 1995) 38 para mulheres gestantes em 2011 (43 em 1995)
Aleitamento materno exclusivo (menos de seis meses)	ND	39 em 2014
Baixo peso ao nascer	20 milhões em 2014	15
Sobrepeso em adultos (com 18 anos ou mais)	1,9 bilhão em 2014	39
Obesidade em adultos (com 18 anos ou mais)	600 milhões em 2014	13
Diabetes em adultos (glicemia elevada) (com 18 anos ou mais)	ND	9

Fonte: as estatísticas de atraso no crescimento, sobrepeso, emaciação e emaciação grave foram obtidas das Estimativas Conjuntas de Má Nutrição Infantil de 2015, que estimaram os números para 2014 (UNICEF, OMS e Banco Mundial, 2015); as estatísticas de anemia são de Stevens et al. (2013), que estimaram os dados de 2011; os dados de aleitamento materno exclusivo são do UNICEF (2016b); os dados de baixo peso ao nascer são do resumo de políticas mais recente da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre o tema (OMS, 2014a); os dados de sobrepeso, obesidade e diabetes em adultos são da OMS (2014b).

Observação: ND = não disponível; não há nenhuma estatística global sobre quantas pessoas têm diabetes e quantos lactentes são exclusivamente amamentados, para corresponder aos percentuais. Não estão disponíveis dados comparáveis de 1990 para emaciação e emaciação grave em crianças menores de cinco anos, ou de anemia em mulheres em idade reprodutiva. De acordo com as Estimativas Conjuntas de Má Nutrição Infantil de 2015 (UNICEF, OMS e Banco Mundial, 2015), havia 667 milhões de crianças menores de cinco anos no mundo.

Fonte: *International Food Policy Research Institute* (IFPRI), 2016

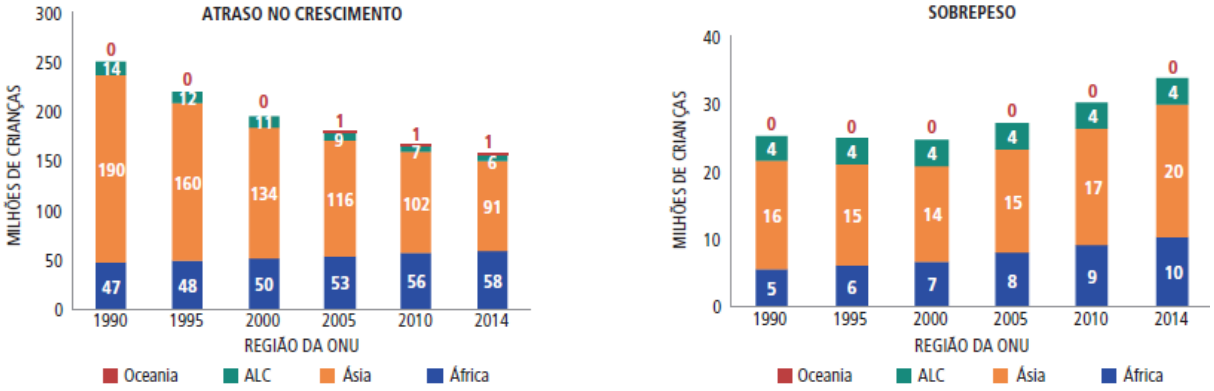
Figura 1 – Estimativas mundiais do número absoluto e prevalência de problemas nutricionais materno e infantil, 1990-2014.

A redução na prevalência global de baixa estatura desde os anos 1990 reflete modificações nas estruturas sociais, de acesso a serviços de saúde, disponibilidade de alimentos e alimentação adequada verificadas nas últimas décadas, contudo, o número atual de pré-escolares com desnutrição ainda representa quase um terço das crianças que vivem nos países de baixa e media renda (GOUGH et. al., 2016) revelando a importância deste agravo como um problema de saúde de saúde pública em muitas regiões do mundo, mas que deve ser uma preocupação de todos (DE ONIS e BRANCA, 2016).

A África é o continente que apresenta a maior proporção de crianças com déficit de crescimento com estimativa para o ano de 2011 de 35,6% (IC 95%: 33,3; 38,0), representando um contingente populacional de 56,3 milhões de crianças menores de cinco anos com desnutrição crônica (BLACK et al., 2013). Para 2014, esta estimativa alcançou patamares de 58 milhões de crianças, com uma tendência preocupante de elevação do número de casos. Este incremento no número de casos, não ocorreu de maneira uniforme, em toda a África, com os quase 10 milhões de desnutridos a mais vivendo em regiões, sobretudo do Leste do continente (GLOBAL NUTRITION REPORT, 2015). Esta porção da África, desde 2014, vem passando por um longo período de seca, ocasionando efeitos devastadores sobre a sobrevivência e saúde infantil.

A Oceania é a segunda região do globo com a mais elevada prevalência de desnutrição (35,5%; IC95%: 16,0-61,4), com a estimativa do número de crianças ficando próxima à verificada na África, porém, o contingente populacional é menor: 0,5 milhões de crianças em 2011. As últimas estimativas divulgadas para essa região, no ano 2014, apontam a existência de um milhão de crianças com desnutrição, apresentando também tendência de elevação como à observada no continente africano, todavia, em menor escala. A Ásia, por sua vez, com proporção de déficits de crescimento de 26,8% (IC: 23,2; 30,5), é o continente que apresenta o maior número absoluto de crianças com retardo de crescimento, chegando a uma população de 95,8 milhões de desnutridos (BLACK et al., 2013). Esta região chama atenção também pela redução verificada no número de crianças desnutridas, apesar de ainda corresponder a mais da metade do total de crianças desnutridas no mundo (GLOBAL NUTRITION REPORT, 2015).

Para o conjunto da América Latina e Caribe, a prevalência de desnutrição foi de 13,4%, revelando um número de 7,1 milhões de crianças desnutridas (IC 95%: 9,4; 17,7) para o ano de 2011(BLACK et al., 2013), com essa região apresentando forte tendência de queda na série histórica de 1990 a 2014 (GLOBAL NUTRITION REPORT, 2015). Entre os países de alta renda, a prevalência deste problema foi de 7,2% (IC 95%: 4,1; 12,6), representando um total de 5,1 milhões de crianças desnutridas em 2011. Esses números mostram a magnitude da desnutrição, revelando sua importância no nível global, bem como sua manutenção como um importante problema de saúde pública para as crianças pré-escolares (BLACK et al., 2013). Informações sobre a estimativa do número de desnutridos para o ano de 2014 por região são apresentadas na Figura 2.



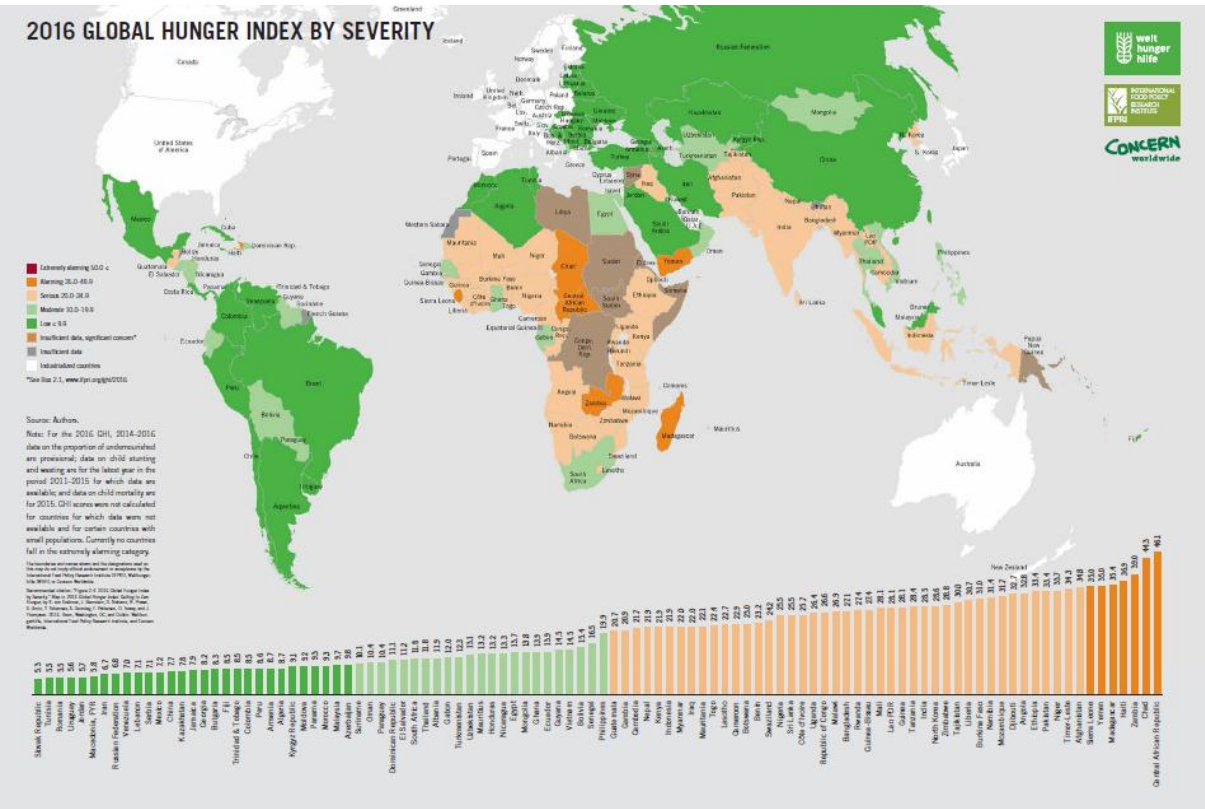
Fonte: autores, com base nos dados do UNICEF, da OMS e Banco Mundial (2015).

Observação: ALC = América Latina e Caribe. Europa e América do Norte não foram incluídos nas estatísticas de sobrepeso devido à falta de dados. As estimativas para a Ásia excluem o Japão. As estimativas para a Oceania excluem a Austrália e a Nova Zelândia.

Fonte: IFPRI, 2016

Figura 2 - Número de crianças menores de cinco anos afetadas pela desnutrição e pelo sobrepeso segundo regiões do mundo, 1990 – 2014.

A distribuição espacial da desnutrição em uma perspectiva global apresenta sobreposição com o mapa da fome (Figura 3) produzido pelo *International Food Policy Research Institute* (IFPRI, 2016). Regiões localizadas no Centro e no Leste da África, além de áreas mais ao Sul da Ásia, apresentam a maior ocorrência de fome e insegurança alimentar, e consequentemente, de desnutrição infantil. A fome e a insegurança alimentar, apesar de não serem os únicos responsáveis pelo processo de perda de peso e retardo de crescimento, são reflexos da situação de pobreza e de exclusão social produzidas nesses locais por questões históricas e culturais. A inclusão destes fatores no grupo de condições prioritárias e passíveis de modificação deve ser uma bandeira a ser levantada por organizações e grupos internacionais, em virtude do potencial modificador para as condições de saúde e mortalidade que a redução das desigualdades sociais possui (STRINGHINI et al., 2017).



Fonte: IFPRI, 2016

Figura 3 – Mapa da fome no mundo, 2016.

1.3 A AGENDA INTERNACIONAL DE COMBATE À DESNUTRIÇÃO INFANTIL

O ano de 2012 foi um ano de repactuação internacional para melhoria nas condições nutricionais de crianças e mulheres com a proximidade do fim do prazo de cumprimento da agenda dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). A assembleia da OMS aprovou um plano para reduzir a alta carga de doenças associada à desnutrição e votou a Resolução 65.6 da "*World Health Assembly"* (WHA), que incluiu seis metas globais para o enfrentamento deste grupo de morbidades, com a primeira se referindo ao combate à desnutrição infantil com a meta de reduzir em 40% a ocorrência deste agravo no mundo até 2025 (WHO, 2014; 2015).

No ano seguinte (2013), o organismo adotou metas para as doenças não transmissíveis (DNT's), incluindo às relacionadas com a nutrição e a primeira Cúpula de Nutrição para o Crescimento (N4G - *Nutrition For Growth*), conseguiu, junto a doadores, recursos para o

financiamento de ações para melhoria da nutrição no mundo. Com a Segunda Conferência Internacional sobre Nutrição (ICN2 - *Second International Conference on Nutrition*), realizada em 2014, e com a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) declarando o período entre 2016 e 2025 como a década de Ação pela Nutrição da ONU é criado um ambiente favorável para as ações de alimentação e nutrição. Essa iniciativa reforça o compromisso de acabar com todas as formas de má nutrição, alicerçado na Declaração de Roma da ICN2 e na Agenda pelo Desenvolvimento Sustentável para 2030, definida no ano de 2015. Esta última iniciativa da ONU consagra o compromisso de eliminar todas as formas de má nutrição, desafiando o mundo a pensar e agir de forma diferente a respeito da nutrição humana (IFPRI, 2016).

Entre os esforços globais para se atingir essas metas o *Scaling Up Nutrition* (SUN) *movement*, e o *Global Nutrition for Growth Compact* (WHO, 2014) se colocam como importantes estratégias. O Brasil não faz parte do SUN. Na América do Sul, apenas o Peru foi contemplado com os recursos destinados a esse programa (SUN relatório, 2016). O SUN é um movimento internacional impulsionado pela ONU que agrega 58 países e visa erradicar todas as formas de má nutrição até 2030. Ele conta com o apoio de várias instituições parceiras como a *Food and Agriculture Organization* (FAO), *World Food Programme* (ONU, Roma) e o *International Food Policy Research Institute* para o desenvolvimento desse plano (GLOBAL NUTRITION REPORT, 2015). Essa iniciativa a pesar de sua relevância a nível internacional apresenta controvérsias principalmente quanto sua estrutura de governança e a algumas ações recomendadas, especialmente relativas a ações biofortificação de alimentos em especial os alimentos tradicionais e sobre a participação da iniciativa privada nesse processo, especialmente de instituições ligadas a oferta de produtos obesogênicos e ultra processados (GOMES, 2015).

O momento atual traz grandes oportunidades para efetivação desses compromissos. Entre eles, é possível destacar a adoção, por cada país, de metas nacionais relacionadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o atual processo da “Nutrição para o Crescimento”, além da crescente liderança do Japão no âmbito da nutrição, em virtude da realização dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de Tóquio, no ano de 2020. Este conjunto de estratégias específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e com prazo definido (SMART - *Specific, measurable, achievable, relevant, and time bound*) deve ser monitorado para que a meta de acabar com todas as formas de má nutrição até 2030 seja alcançada (IFPRI, 2016).

1.4 PANORAMA DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO BRASIL

Nos últimos 40 anos, seis estudos nacionais avaliaram as prevalências da desnutrição em crianças menores de cinco anos no Brasil. São eles: o ENDEF - Estudo Nacional da Despesa Familiar (IBGE, 1974); a PNSN - Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição - 1989 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1989); PNDS - Pesquisa Nacional Sobre Demografia de Saúde - 1996; a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) - 2002/2003 (IBGE, 2004); e a PNDS - 2006 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). Por meio destas pesquisas se identificou uma redução acentuada da desnutrição infantil no país, medida através de seus três índices antropométricos. Entre 2008-2009 houve mais uma edição da POF, que encontrou prevalências de 6,0% entre menores de cinco anos, valor próximos ao verificado pela PNDS 2006 (IBGE, 2010).

A revista inglesa *The Lancet*, em 2011, em sua série de seis artigos sobre a saúde no Brasil também destacou essa queda na prevalência de desnutrição e a rápida mudança nos principais determinantes da saúde do segmento materno infantil. Tais mudanças também impactaram positivamente na mortalidade materna e infantil impulsionada pela melhoria no acesso aos serviços de saúde, redução da pobreza, da fecundidade, e implementação de programas voltados para saúde de mulheres e crianças (VICTORA et al., 2011).

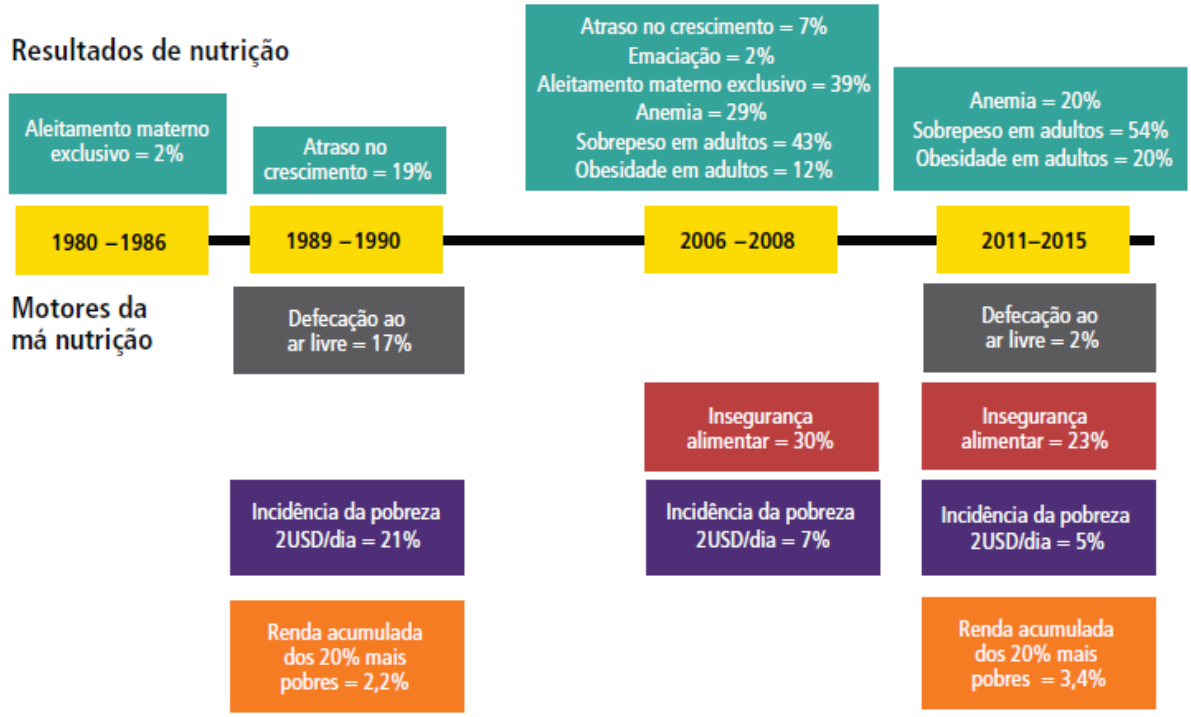
Todavia, o declínio da desnutrição infantil não ocorreu de modo homogêneo durante o período, sendo mais acentuado durante o primeiro período investigado, 1974 a 1989 (redução de 16,0%). Da mesma forma, não ocorreu uniformemente entre as várias regiões do país. A prevalência (segundo o índice A/I) permaneceu alta nas regiões Norte (16,2%) e Nordeste (17,9%) até 1996, sendo menor no Centro-Sul do país. Além disso, atingiu a população de forma desigual, pois os níveis de desnutrição infantil permaneceram altos nas populações com menor poder aquisitivo (BATISTA FILHO e RISSIN, 2003).

Seguindo a tendência mundial, há um predomínio do déficit de estatura para idade indicando presença da desnutrição crônica no país (MINISTERIO DA SAÚDE, 2009). Observa-se atualmente que, concomitantemente, ao declínio na ocorrência de déficit de P/I em crianças e adultos, de forma acelerada, verifica-se um aumento da prevalência de sobrepeso e obesidade na população brasileira. Evidencia-se um antagonismo de tendências temporais entre estes agravos, característicos do processo de transição nutricional do Brasil (BATISTA FILHO e ROMANI, 2002; CONDE e MONTEIRO, 2015). Este antagonismo segue transformações importantes no padrão alimentar e de gasto enérgico em virtude de

interações culturais, ambientais, econômicas e demográficas ocorrida na sociedade (POPKIN, 2001).

Dados provenientes do relatório da PNDS (2009) apontam prevalência de desnutrição entre os menores de cinco anos de 7,0% para o país referente ao ano de 2006. A maior prevalência foi detectada para a região Norte (14,8%). Nas demais regiões, as frequências foram de 5,6% no Centro-Oeste, 5,7% no Nordeste e Sudeste e 8,5% no Sul. A prevalência deste agravo diminui, acentuadamente, conforme aumenta os anos de estudo da mulher, variando de 16,0% entre mães sem nenhuma escolaridade a 2,0% entre aquelas com 12 ou mais anos de estudo. Nesse relatório, chama atenção a redução da desnutrição observada na região Nordeste do País, que saiu de uma prevalência de 17,9% na década de 1990 chegando a 5,7% em 2000, valor próximo ao verificado para as regiões mais desenvolvidas do país.

Nacionalmente, a redução verificada na prevalência de desnutrição, comparando os valores de 2006 aos de 1996, foi de aproximadamente 50,0% (13,0% para 7,0%). No Nordeste, a redução foi excepcionalmente elevada, chegando a 67,0% (de 22,1% para 5,9%). Na região Centro-Oeste, a redução foi de aproximadamente 50,0% (de 11% para 6%). Nas áreas urbanas da região Norte, a redução na desnutrição foi mais modesta, em torno de 30,0% (de 21,0% para 14,8%). Nas regiões Sul e Sudeste, os dados indicam estabilidade estatística das prevalências. O Norte rural só foi incluído, pela primeira vez, nos inquéritos nacionais em 2006, por isso não se sabe como tem se dado a evolução desse agravo para essa porção do país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). A Figura 4 apresenta a prevalência de desnutrição e informações sobre a evolução de determinantes socioambientais e alimentares ocorridas em 1980 e 2015, obtida do *International Food Policy Research Institute* (IFPRI, 2016).



Fonte: autores, baseados nos seguintes dados: atraso no crescimento e emaciação (menos de cinco anos): UNICEF, OMS e Banco Mundial (2015); aleitamento materno exclusivo (< 6 meses): UNICEF (2016b); sobrepeso em adultos e obesidade: Malta et al. (2014) (primeiro ponto de dados); OMS (2015a) (segundo ponto de dados); anemia (mulheres em idade reprodutiva): CONSEA (2010) (primeiro ponto de dados); Stevens et al. (2013) (segundo ponto de dados); insegurança alimentar: Burlandy, Rocha e Maluf (2014); pobreza na faixa de dois dólares por dia: Banco Mundial (2016); renda acumulada pelos 20% mais pobres/mais ricos: IPEA (2014); defecação ao ar livre: JMP (2015b).

Fonte: IFPRI, 2016

Figura 4 - Mudanças no status e nos motores da nutrição no Brasil (1982-2015)

Embora apresente maior taxa de escolarização, e menor mortalidade infantil que a região Nordeste, o Norte concentra o maior número de desnutridos do País. Isto pode ser atribuído, entre outros fatores, àqueles relacionados à condição da mulher, a saber: elevada taxa de fecundidade; menor poder decisório sobre os ganhos familiares e maior proporção de gravidez na adolescência. Assim como, aspectos relativos ao acesso aos serviços de saúde verificados pela menor cobertura da atenção pré-natal; maior proporção de mulheres que tiveram parto domiciliar e que não realizaram consulta puerperal. Somam-se a esses aspectos piores condições de saúde infantil evidenciadas pela maior proporção de doenças respiratórias e diarreia, maiores taxas de internação, além das mais altas taxas de insegurança alimentar grave, entre as cinco regiões brasileiras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

A região Norte apresenta grandes vazios demográficos e seus Estados (Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins e Rondônia) juntamente com parte do Maranhão e Mato Grosso formam a Amazônia Legal Brasileira. É também nessa região que encontramos o maior contingente de indígenas do país, grupo especialmente vulnerável ao desenvolvimento

de problemas nutricionais, em especial, déficits de crescimento, devido suas precárias condições ambientais e de saúde, mas, sobretudo, pelo histórico estado de exclusão social ao qual estão submetidos em detrimento aos demais brasileiros, que os posiciona em desvantagem em relação a outros segmentos da sociedade nacional (COIMBRA e SANTOS, 1991).

Esta população, vivendo em aldeias, vêm crescendo acentuadamente a uma taxa de 3,5% ao ano, valor superior ao verificado para a população geral (1,5% ao ano), gerando um incremento médio de 75,4% no período de 2000 a 2008, passando de 306.849 para 538.154 indígenas cadastrados no País. Cerca de 44,0% da população indígena total do país encontra-se na Região Norte, com a Amazônia Legal abrangendo 54,2% (aproximadamente 291.817 indígenas) (FUNASA, 2008).

Esse crescimento demográfico verificado entre os indígenas pode ser atribuído basicamente a três fatores principais: ao crescimento vegetativo, a crescente identificação de pessoas e comunidades que anteriormente não se consideravam como indígenas e, por último, a um processo recente de valorização étnica, que consiste no reconhecimento de povos como sendo indígenas. Contudo, entre os indivíduos que se consideram como pertencentes a grupos indígenas específicos, especialmente entre os residentes em áreas rurais de municípios pequenos, o incremento populacional se deve em grande parte à manutenção de taxas de fecundidades elevadas e taxas de mortalidades moderadas (AZEVEDO, 2008).

1.5 O ENFRENTAMENTO DA DESNUTRIÇÃO E DA FOME NA AGENDA NACIONAL

As primeiras intervenções públicas federais implantadas com o objetivo de garantir o abastecimento alimentar ocorreram nos anos 30, sinalizando para a importância de incluir na agenda do Estado questões relativas à alimentação e nutrição. Essas medidas iniciais tinham como foco promover o controle do mercado produtor de insumos em virtude das constantes crises provocadas pelo modelo econômico monocultor exportador vigente à época (BELIK et al., 2001).

Desde então muitos órgãos, programas, ações e políticas foram criados e executados visando garantir o acesso à alimentação e reduzir as desigualdades sociais, especialmente após o processo de redemocratização do Brasil (Quadro 1). O Quadro 1 não apresenta uma lista exaustiva pois a quantidade de programas e ações com foco na alimentação e nutrição no país

foi expressiva desde a década de 30, envolvendo iniciativas próprias e em parcerias com organismos e instituições internacionais. Entre elas vale destacar a criação do Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN) e do Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (PRONAN) I e II, na década de 1970 que marcam o inicio da politica de promoção à alimentação saudável e combate as formas de má nutrição; A criação do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional a nível nacional em 1990; A criação do Conselho Nacional de Segurança Alimentar em 1993 que estimulou posteriormente a criação do programa Fome Zero do Governo Federal; A criação da Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição em 1997 após a extinção do INAN; A elaboração da Política Nacional de Alimentação aprovada em 1999 e nutrição e do Programa Bolsa Alimentação (Junção do Bolsa escola com o Bolsa Gás) em 2001 por essa coordenação; A edição dos Dez Passos para uma Alimentação Saudável - Guia Alimentar para Crianças Menores de Dois Anos em 2002 para apoiar as ações de educação nutricional na atenção básica; Implementação de ações de suplementação de micronutrientes para grupos mais vulneráveis como crianças, nutrizes e gestantes, universal ou em regiões endêmicas, cuja carência seja considerada problema de saúde pública em 2005; Instalação da Rede Amamenta Brasil em 2008 e das ações da Estratégia Nacional para Alimentação Complementar Saudável (ENPACS) em 2010; Criação do programa Brasil Sem Miséria em 2011 e a edição da segunda edição do Guia Alimentar para a População Brasileira em 2014 (COUTINHO et al., 2001; ARRUDA BKG e ARRUDA IKG, 2007; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Apesar disso, até antes do estabelecimento dos ODM e da criação de programas de transferência de renda condicionados como o “Bolsa Escola” e posteriormente o “Bolsa Família”, não havia uma vinculação entre as estratégias de garantir o acesso ao alimento e o monitoramento da saúde materno infantil, especialmente das condições nutricionais destes grupos (MAGALHÃES, et al., 2011; DA SILVA, 2006).

Quadro 1 - Estratégias-chaves e políticas públicas sobre segurança alimentar e nutricional do Brasil.

Ano	Estratégia/política
1981	Programa Nacional de Incentivo ao Aleitamento Materno
1988	Código Nacional de Comercialização de Substitutos do Leite Materno; a duração da licença-maternidade aumentou para quatro meses
1993	Plano Nacional de Combate à Fome e à Miséria
1999	Política Nacional de Alimentação e Nutrição
2003	Lançamento da estratégia Fome Zero
2003	Programa de Aquisição de Alimentos (PAA)
2004	Programa de Transferência de Renda (Bolsa-Família)
2006	Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), estabelecendo o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN)
2009	Lei revisando o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)
2010	O direito humano à alimentação adequada e saudável é incorporado à constituição brasileira
2010	Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN)
2014	Publicação do Guia Alimentar para a População Brasileira; Estratégia Intersetorial de Prevenção e Controle da Obesidade
2015	Decreto para permitir a implantação do Código Nacional de Comercialização de Substitutos do Leite Materno

Fonte: IFPRI, 2016

Com uma maior convergência de ações e cooperação entre os órgãos, além da ampliação da rede de atenção básica, e dos programas de transferência de renda, a vigilância alimentar e nutricional ganhou espaço na agenda nacional. Ela passou a integrar a rotina de serviços de atenção primaria em saúde e estratégias de avaliação e monitoramentos das politicas de transferência de renda, com o estado nutricional infantil funcionando como um importante indicador de resultado dos esforços para redução da pobreza, da fome e melhoria das condições de acesso a saúde no país (ASSIS et al., 2014; SHEI et al., 2014).

A elaboração da Politica Nacional de Alimentação e Nutrição, da Lei Orgânica de Segurança Alimentar Nutricional, que criou o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, de um guia alimentar para a população brasileira e realização periódica de conferências de segurança nutricional e alimentar no âmbito das três esferas de governo ratificam a importância que as condições nutricionais possuem na agenda pública do Brasil. Essas ações acompanham também o processo de transição epidemiológica, nutricional e demográfica, bem como a diversidade do cenário nutricional do país que apesar da evolução positiva, ainda apresenta extremos de desnutrição e deficiências nutricionais ao lado de elevadas prevalências de obesidade e doenças associadas à alimentação (RECINE e VASCONCELLOS, 2011).

O Brasil como país membro da ONU aderiu à agenda dos Objetivos do Milênio conseguindo alcançar, de maneira antecipada, as metas propostas de reduzir em 50% a desnutrição infantil até 2015. É signatário dos ODS (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES, 2013) e a partir de agora, espera-se que volte seu foco para a redução das

prevalências de desnutrição infantil na região Norte - considerando o cenário nutricional apresentado, e também para populações de alta vulnerabilidade, tais como as indígenas. A Figura 5 traz um esquema com as principais estratégias definidas nos ODS.

Figura 5 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Compromissos estabelecidos na agenda brasileira e internacional até 2030.

1.6 O CENÁRIO DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO ACRE

Para o Estado do Acre, há dados disponíveis sobre a desnutrição infantil para Rio Branco, para o conjunto dos municípios do interior do Estado e para alguns municípios provenientes de estudos isolados, além de informações sobre algumas populações indígenas.

Em Rio Branco, conforme estudo transversal de base populacional realizado por MUNIZ et al., (1994), os déficits de estatura para idade afetavam 10,9% das crianças. Nos anos de 1997/1998, foi realizado um diagnóstico de Saúde Materno Infantil no interior do estado do Acre, fruto de uma parceria do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) com o Governo do Estado. Por meio desse inquérito realizado com 1.616 crianças menores de cinco anos, foi possível identificar que 13,6% delas apresentaram desnutrição grave (escore Z menores -3), e 14,1% apresentaram desnutrição moderada (escore Z entre -2,9 e -2) alcançando um total de 27,7% de retardo de crescimento (SESACRE, 1999).

Diferentes investigações foram realizadas com populações do interior do Estado visando conhecer as suas condições de saúde e nutrição. Estudo transversal de base populacional utilizado informações dos municípios de Assis Brasil e Acrelândia com crianças menores de cinco anos encontrou prevalências de déficits nutricionais de 3,7%, 8,7% e 7,5% segundo os índices de peso para idade, peso para altura e altura para idade, respectivamente, sem diferenças estatisticamente significantes entre os municípios (MUNIZ et al., 2007).

Outra investigação sobre a evolução da desnutrição infantil no município de Assis Brasil verificou um aumento de 7% para 12,2% no déficit de estatura para idade, no período de 2003 a 2010. Essa tendência de aumento ocorreu mesmo com as melhorias nas condições socioeconômicas, escolaridade dos pais, abastecimento de água, diminuição na carga global de doença e implementação da Estrada Interoceânica que liga essa região ao Peru (RAMALHO et al., 2013), tendo sido corroborada por estudos posteriores (MANTOVANI et al., 2016). Contudo, essas prevalências se mantiveram próximas às médias nacionais verificadas em 2003 e 2006 (6,7% e 8,7%, respectivamente) (IBGE, 2004; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Estudo prospectivo de base populacional sobre os determinantes do crescimento linear, da infância à idade escolar, conduzido em Acrelândia, com 737 crianças identificou na *baseline* uma prevalência de desnutrição de 10,2% entre menores de 5,5 anos (LOURENÇO et al., 2012). Outro recorte desse estudo foi realizado em 2007 mantendo as crianças recrutadas em 2003 e incluindo um novo grupo de menores de cinco anos, tendo sido encontrado uma prevalência de 4,8% do déficit de estatura para idade (LOURENÇO e CARDOSO, 2014). Essa baixa prevalência de desnutrição verificada para o município de Acrelândia foi encontrada em outros estudos, indicando a importância que as condições de acesso possuem na determinação da condição nutricional infantil (SOUZA et al., 2012; COBAYASHI et al., 2013).

Também foram realizados alguns estudos em áreas de cobertura de unidades do Programa de Saúde da Família dos municípios de Mâncio Lima e Xapuri. Em Mâncio Lima, 4,0% das crianças menores de cinco anos apresentaram déficit de peso para idade e 10,2% de altura para idade (SILVA et al., 2003). Em Xapuri, esses valores foram de 13,5%, e 23,3% respectivamente. Em ambos municípios houve maior proporção de crianças desnutridas entre as mães com menor escolaridade e entre as famílias com menor renda tanto utilizando o índice de déficit A/I quanto de P/I. Vale resaltar, a elevada prevalência de desnutrição identificada entre as famílias que ganhavam menos de meio salário mínimo (66,7% de déficit de P/I e 45,4% de déficit de A/I) (ARAÚJO, 2003).

Entre as crianças indígenas pré-escolares da etnia Apurinã da Aldeia Camicuã, residentes na fronteira do Estado do Acre com Rondônia, foi encontrada prevalência de 61,0% no déficit de estatura, sendo l7,0 % de déficit grave (OLIVEIRA et al., 2002). Já para o município de Jordão, em 2005, foi identificada uma prevalência geral dos déficits de A/I e de sobrepeso de, respectivamente, 35,8%, e 2,1%. Em relação à prevalência de déficits graves de A/I eles foram de 11,5%, com as prevalências de déficits de crescimento sendo maiores entre as crianças maiores de 24 meses, residentes na área rural, com ascendência indígena, que não estavam com o esquema vacinal em dia e que começaram a tomar leite de vaca precocemente (ARAÚJO et al., 2016).

No Acre, a agenda de enfrentamento da desnutrição apresenta uma forte consonância com a agenda nacional, não havendo iniciativas de caráter local implantadas mesmo diante do cenário de altas prevalências deste agravo, especialmente em alguns municípios do interior do Estado. As equipes responsáveis pelos programas de alimentação e nutrição nas secretarias estaduais e municipais de saúde são pequenas, dificultando a formulação, avaliação e monitoramento de ações. Apesar disso, programas federais tais como o de Alimentação Escolar, de Assistência Social e a Estratégia Saúde da Família apoiam e desenvolvem ações de alimentação e nutrição e de vigilância nutricional e alimentar, contribuem para melhoria do cenário nutricional das crianças no Estado e municípios do interior. Em 2012 o município de Jordão foi contemplado com recursos do Ministério da Saúde destinados a implantação e apoio a estratégias de enfrentamento de problemas de nutricionais em menores de cinco anos de idade como parte da estratégia da Agenda para Intensificação da Atenção Nutricional à Desnutrição Infantil. A disponibilização deste recurso é uma forma de estimular a identificação de estratégias locais para o combate à desnutrição em localidades de elevado risco nutricional visando reduzir as disparidades em relações aos demais municípios aproximando-os do panorama nutricional do conjunto do país.

1.7 REPERCUSSÕES DA DESNUTRIÇÃO SOBRE O ORGANISMO DA CRIANÇA: A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL

A desnutrição, especialmente entre os países de baixa e média renda, ainda gera preocupação, sobretudo, por sua estreita relação com a sobrevivência infantil, incidência de

doenças agudas e crônicas e no capital humano (VICTORA et al., 2011; BLACK et al., 2013). Nessas localidades, problemas de saúde relacionados à má nutrição são frequentes, podendo se manifestar através dos déficits de crescimento pôndero-estatural, deficiências de micronutrientes ou mesmo com a ocorrência de sobrepeso e obesidade (BLACK et al., 2013).

Estima-se que mais de metade das mortes entre os menores de um ano de idade esteja relacionada à desnutrição infantil (BLACK et al., 2013), com os valores dos coeficientes aumentando de acordo com a gravidade deste agravo. Estas mortes possuem como causa base, sobretudo doenças infecciosas revelando o perverso círculo vicioso da pobreza, desnutrição e morte prematura por infecções (CAULFIELD et al., 2004).

Além de seu impacto sobre a mortalidade e o desenvolvimento de outros processos patológicos severos, a desnutrição possui efeito marcante sobre o desenvolvimento motor (SUDFELD et al., 2015), cognitivo e econômico ao longo da vida da criança (ADAIR et al., 2013; BLACK et al., 2013). Seu estabelecimento antes de 2-3 anos de vida interfere significativamente na sua capacidade de aprendizado, impactando negativamente seu desempenho escolar (GRANTHAM-MCGREGOR, CHEUNG E CUETO, 2007; VICTORA et al., 2008; ADAIR et al., 2013). Além disso, crianças com déficits de crescimento apresentam comportamento diferente no início da infância, especialmente apatia, baixa atividade motora e curiosidade reduzida, o que pode trazer resultados negativos para seu desenvolvimento (ABURTO et al., 2009).

As consequências da má nutrição podem perdurar durante a vida adulta, aumentando o risco de repetência escolar e consequente diminuição da escolaridade atingida, que, segundo estimativa de estudo realizado com cinco coortes conduzidas na África do Sul, Brasil, Filipinas, Guatemala e Índia, pode chegar em média a quase um ano (MARTORELL et al., 2010). A desnutrição precoce com o posterior ganho acelerado de peso especialmente entre os dois e oito anos de idade também se mostrou positivamente associada ao maior risco de sobrepeso e hipertensão arterial na idade adulta (ADAIR et al., 2013).

Com o objetivo de promover condições adequadas de saúde e nutrição ao longo do ciclo de vida, a investigação dos determinantes do crescimento linear e do ganho de peso deve ser conduzida, considerando a dupla carga de desvio nutricional presente no país, especialmente na região Norte do Brasil, visando identificação dos motivos que levaram essa porção do país a manter suas elevadas prevalências de desnutrição.

1.8 O ESTUDO DOS FATORES ASSOCIADOS À DESNUTRIÇÃO INFANTIL

A desnutrição infantil apresenta etiologia complexa envolvendo fatores de natureza socioeconômica, ambiental, cultural, genética entre outros (KEINO et al., 2014). Com base nesses pressupostos, a utilização de modelos teóricos (OLINTO et. al., 2003) e a estratégia de análise hierarquizada (VICTORA et al., 1997) e espacial se mostram como importantes recursos no entendimento da dinâmica dos fatores envolvidos na determinação do estado nutricional infantil e na adequada interpretação dos resultados encontrados. A aplicação de um modelo hierarquizado possibilita a organização das exposições em diferentes níveis em relação ao evento de interesse, com aqueles situados em posições superiores abrangendo variáveis mais distais ligadas, por exemplo, às condições socioeconômicas e ambientais, ao passo que os inferiores reúnem os intermediários e proximais.

Estudos realizados no Brasil (MONTEIRO et al., 2009), Gana (IKEDA, IRIE e SHIBUYA, 2013) e Nepal (HEADEY e HODDINOTT, 2015) apontam a importância de determinantes dos três níveis e sua influencia na queda na desnutrição nessas localidades. No Brasil, os fatores que contribuíram para explicar a mudança no cenário nutricional infantil verificada foram o aumento do poder de compra das famílias, o aumento da escolaridade materna, a expansão da cobertura do serviço de saneamento e ao acesso aos serviços de saúde, verificadas através da elevação do acesso a assistência pré-natal e métodos contraceptivos. Em Gana, além desses fatores, a variável reprodutiva materna ligada a um maior intervalo interpartal, também se mostrou importante naquela região da África. Diferente das variáveis identificadas nos estudos anteriores, no Nepal, a redução do consumo de tabaco durante a gestação também se mostrou fator relevante para a queda da desnutrição naquele país.

Os fatores de natureza socioeconômica são produtores de iniquidades em saúde entre vários segmentos populacionais (STRINGHINI et al., 2017), com reflexos importantes no risco nutricional por eles apresentado. Estudos apontam diferenças de 2,5 vezes quando se compara o quinto inferior de renda ao primeiro de maior renda (BARROS e VICTORA, 2013). O processo de produção de desigualdade social e iniquidades de saúde ganha contornos ainda mais perversos nos contextos rurais e em determinados seguimentos populacionais como os indígenas no cenário amazônico (ARAÚJO et al., 2016), quilombolas e populações vivendo em assentamento. O risco de desnutrição na área rural é superior as experimentado em áreas urbanas (BARROS e VICTORA, 2013), indicando a força de atuação dos fatores geradores de pobreza. Por suas características, as populações desses

espaços são mais frequentemente privadas do acesso a bens e serviços, além de saneamento básico.

Entre os fatores distais associados à desnutrição, presentes na literatura, aparecem outras variáveis socioeconômicas e ambientais importantes como renda familiar (KRISHNA et al., 2015; AKOMBI et al., 2017), escolaridade dos pais (IMDAD et al., 2011; HAILE et al., 2016;), disponibilidade de bens de consumo (RAMALHO, et al., 2013). Este grupo de variáveis pode influenciar direta ou indiretamente nos outros dois níveis de determinação do risco nutricional, com exceção daquele composto pelas variáveis biológicas sexo e idade, colocado, em grande parte dos modelos teóricos de desnutrição, fora das linhas de influência dos blocos de variáveis construídas. Estas variáveis podem influenciar, por sua vez, o peso de nascimento, o cuidado da criança e o acesso aos serviços de saúde, que finalmente podem afetar o seu estado nutricional (VICTORA et al., 1992).

Desde o final da década de 80, o Brasil vem experimentando sucessivas transformações nos determinantes sociais das doenças, como o desenvolvimento econômico, urbanização, atenção médica, e na organização dos serviços de saúde, com impactos positivos sobre os indicadores nutricionais e de saúde da criança (MUSGROVE, 1990; PAES-SOUSA, 2011; MARTINS et al., 2013). Nesse contexto, vale ressaltar a expansão das políticas de proteção social, ampliação das redes de água e esgoto, além da expressiva ampliação da Estratégia de Saúde da Família, em todo o território nacional chegando inclusive aos municípios mais distantes do interior da Amazônia (VICTORA et al., 2011; ARAÚJO et al., 2016).

Além das inciativas no âmbito do saneamento básico (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO, 2012), o avanço das políticas sociais de combate à fome e à extrema pobreza também representa uma importante medida inespecífica com impacto direto sobre a saúde infantil (HATHI et al., 2017;). O programa de transferência condicionada de renda, ao retirar uma parcela significativa da população da linha da pobreza, trabalha também fortemente na promoção de direitos, promovendo redução das desigualdades e colaborando para a interrupção do ciclo de produção de iniquidades em saúde (RASELLA et al., 2013; MARTINS e MONTEIRO, 2016). Em 2011, mais de 16 milhões de brasileiros eram beneficiados com essa iniciativa que inclui mais de 120 ações públicas que visam eliminar a extrema pobreza no país (SHEI, 2013; PAES-SOUSA e VAITSMAN, 2014).

O avanço nas condições de saneamento, mais modesto quando comparado aos alcançados pelos programas de transferência de renda e de cobertura dos serviços de atenção primária, também deve ser destacado por seu papel protetor sobre o crescimento (MONTEIRO et al., 2009; VYAS et al., 2016). Observou-se uma pequena melhoria nas

condições de saneamento dos domicílios, onde vivem as crianças brasileiras, concomitante à expansão da cobertura das redes públicas de coleta de esgoto e abastecimento de água. Entre 2001 e 2011, a cobertura da rede de esgoto passou de 45,4% para 48,1%, enquanto a cobertura da rede de água passou de 81,1% para 83,2% (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013), tornando abrangente o acesso à água tratada nas áreas urbanas do país. Em virtude de avanço discreto, estudos apontam para subestimação do efeito dessa melhoria sobre o estado nutricional infantil com esses valores devendo ser interpretados com cautela (HUNTER E PRÜSS-USTÜN et al., 2016). Por fim, em virtude da estreita relação entre saneamento, diarreia e desnutrição infantil (DEARDEN et al., 2017), investimentos são extremamente necessários, especialmente objetivando conseguir que estes serviços consigam ser disponibilizadas de maneira sustentável para as populações rurais.

Entre os fatores do nível intermediário relacionados à desnutrição, a expansão da Estratégia Saúde da Família, contribui de maneira marcante para diminuição da prevalência especialmente no Brasil (MONTEIRO et al., 2009). Até o final da década de 1990, início da implantação desta estratégia, existia no país somente 3.062 equipes do Programa de Saúde da Família (PSF) presentes em cerca de um quinto dos municípios brasileiros, cobrindo uma parcela da população de cerca de dez milhões de pessoas; em 2011, o número de equipes já ultrapassava 32.000, estando presentes em ~ 95% dos municípios e cobrindo 101 milhões e 300 mil pessoas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Outros fatores intermediários, para além das variáveis de acesso aos serviços de saúde, relacionados aos déficits de crescimento linear são aqueles ligados às características reprodutivas maternas (PRENDERGAST e HUMPHREY, 2014). Dentre eles os extremos de idade (YU et al., 2016) e baixa estatura da mulher (OZALTIN et al., 2010; AGUAYO et al., 2016), o excessivo número de gestações (YISAK et al., 2015), pequeno intervalo entre os partos (HAILE et al., 2016), a ocorrência de cesarianas e a não realização do número mínimo de consultas pré-natal (AGUAYO et al. 2015), atuando precoce e negativamente sobre o crescimento infantil saudável. Estas variáveis apresentam forte relação com as condições de acesso e qualidade dos serviços de saúde ao quais estão expostas, com esse período sendo mais uma janela de oportunidade para as intervenções visando a melhoria de crescimento infantil, interrompendo o processo cíclico de produção de desnutrição, pobreza e diminuição do capital humano, já que mulheres desnutridas na infância tendem a ter filhos também desnutridos (PRENDERGAST e HUMPHREY, 2014).

Conscientizar para os impactos negativos que uma gravidez precoce possui, e disponibilizar alternativas para que isso não aconteça, por intermédio do fortalecimento das

políticas de contracepção e planejamento familiar (MONTEIRO et al., 2013), são medidas fundamentais, que, entre outros impactos, contribuirão para a melhoria do cenário nutricional. Neste contexto, o baixo peso ao nascer e a prematuridade também aparecem como importantes preditores do crescimento infantil como porte deste ciclo de produção de déficits de crescimento (CHRISTIAN et al., 2013).

Entre as variáveis proximais associadas aos déficits de crescimento, destacam-se na literatura: a alimentação saudável (AGUAYO e MENON, 2016; AGUAYO et al., 2016), a ocorrência de disfunções entéricas (KEUSCH, et al., 2013), diarreia (AKOMBI et al., 2017), a malária (ALEXANDRE et al., 2015), a higiene (RAH et al., 2015) e os cuidados gerais com a criança (AGUAYO et al., 2016) como importantes variáveis para a determinação do estado nutricional infantil. A alimentação da criança até cinco anos requer cuidados específicos, pois 32,0% das necessidades calóricas de um recém-nascido são destinados ao crescimento. Além da oferta em quantidade, a qualidade dos alimentos ingeridos é fator relacionado ao estado nutricional e, consequentemente, ao processo de crescimento.

Neste contexto, vale ressaltar também a existência de dois momentos marcantes nos primeiros cinco anos de vida da criança, marcado pelo início de seu segundo ano. Isso porque os menores de dois anos de idade apresentam características muito diversas daqueles com 2 a 5 anos, principalmente quando se observa o padrão alimentação e gasto enérgico que devem ser levado em consideração no momento da investigação dos determinantes do estado nutricional infantil. Associado a essa questão esta presente também a janela de oportunidade (0 a 2 anos de idade) para as intervenções nutricionais, já que estratégias conduzidas após essa idade apresentam resultados menos expressivos especialmente sobre a altura final atingida pela criança de acordo com sua potencialidade genética.

O primeiro alimento oferecido ao recém-nascido deve ser o leite materno, de forma exclusiva até o sexto mês de vida, em virtude de seus impactos positivos para a saúde infantil em todos os contextos socioeconômicos - baixa, média e alta renda (ROLINS et al., 2016; VICTORA et al., 2016;) . Seus benéficos vão além da redução da mortalidade (SANKAR et al., 2015) com impacto também a longo prazo (HORTA et al, 2015), melhorando o desenvolvimento infantil (BRITO et al., 2017) e o capital humano (HORTA et al., 2015; VICTORA et al., 2015) e a inteligência, além de reduzir o risco de infecções, diabetes e sobrepeso (VICTORA et al., 2016) . A introdução de leite de vaca deve ser feita tardiamente após o primeiro ano de vida (GREER et al.,2006) e sua relação com déficits de crescimento estão relacionados entre outros fatores ao aumento no risco de diarreia, que por sua vez,

aumentam o risco de retardo de crescimento (ROWLAND et al., 1978; AKOMBI et al., 2017).

A importância do controle das infecções é outro fator relevante que mostra a influência das condições físicas sobre o crescimento (BITTENCOURT et al., 1993; ASHWORTH et al., 1997). Isso ocorre, pois nos processos febris cada grau de temperatura acima de 38°C, aumenta cerca de 20,0% as necessidades calóricas e proteicas da criança, além de causar uma perda acentuada de apetite (WHO, 2001). Dentre os processos infecciosos merecem destaque as doenças diarreicas e a pneumonia. Segundo MATA (1985), existem evidências de que episódios de diarreia frequentes e prolongados podem levar a déficits no crescimento linear (AKOMBI et al., 2017).

Diferenças biológicas, relacionadas ao sexo da criança também são marcadores de risco nutricional, com os meninos apresentando riscos mais elevados de desnutrição (WAMANI, et al., 2007; AKOMBI et al., 2017). A maior vulnerabilidade do sexo masculino nos primeiros anos de vida pode ser verificada também para outros desfechos como a mortalidade infantil que é maior nesse grupo de crianças (BARROS e VICTORA, 2013). Nesse conjunto de variáveis também está presente o componente genético, representado pelo potencial de crescimento, que é recebido por via cromossômica durante o processo de reprodução. Existe uma variabilidade natural intra e inter populacional, contudo existem poucas evidências sobre a ocorrência de concentração de alelos (combinação gênica) responsáveis por uma menor estatura em grupos populacionais específicos a ponto de produzir uma diferenciação genética do grupo. Assim, efeitos epigenéticos parecem ser a causa mais provável desse tipo de fenômeno (MARTORELL e ZONGRONE, 2012)

Esse complexo cenário reforça a necessidade de utilização de modelos de determinação hierarquizados, em virtude da natureza multicausal da problemática nutricional infantil e de sua estrutura etiológica, que apresenta uma configuração laminar sobreposta com as variáveis podendo ser organizadas em camadas (VICTORA et al., 1997). As variáveis que comporão esses modelos não devem ser selecionadas apenas através de sua significância estatística. Um modelo conceitual deve ser pensado no intuito de representar a relação hierárquica existente entre elas, obedecendo uma sequência temporal de acontecimentos. As variáveis distais geralmente não causam déficits de crescimento de forma direta, mas sim através de uma série de fatores inter-relacionados intermediários e proximais.

Os recursos de análise espacial podem contribuir na investigação de desfechos nutricionais na produção de mapas temáticos e na construção de modelos de determinação controlando a dependência espacial dos fatores de interesse obtendo-se o risco relativo

espacial das variáveis de exposição analisadas. Poucos estudos utilizam esse curso analítico no campo da nutrição infantil com a maioria dos trabalhos identificados se restringindo a construção dos mapas temáticos sem realizar a modelagem espacial, optando pela análise multinível (ADEKANMBI et al., 2013; DI CESARE et al., 2015; HAILE et al., 2016).

As intervenções para a promoção do crescimento infantil saudável devem ser iniciadas o mais precoce possível (CHRISTIAN et al., 2013), levando em consideração este conjunto de determinantes e as "janelas de oportunidades", o que torna maior a sua efetividade (PRENDERGAST e HUMPHREY, 2014). Os primeiros anos de vida são extremamente importantes para o crescimento e desenvolvimento infantil, com os eventos ocorridos nesse período apresentando repercussões importantes durante toda a vida do indivíduo impactando na mortalidade, morbidade e inteligência (VICTORA et al., 2015). Durante essa fase, os primeiros 1000 dias se destacam, por ser um período durante o qual o crescimento e o desenvolvimento humanos críticos ocorrem. Essa fase da vida da criança corresponde a um estágio contínuo que se inicia no período fetal e estende-se até o fim da primeira infância (dois anos de idade) (www.thousanddays.org). Portanto, garantir condições adequadas de gestação e nascimento, saneamento, de acesso a serviços de saúde e alimentação, como aleitamento materno exclusivo até seis meses de vida e introdução de dieta complementar saudável se mostram como um potente conjunto de iniciativas promotoras do crescimento infantil (BHUTTA et al., 2013).

1.9 POR QUE ESTUDAR A DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO MUNICÍPIO DE JORDÃO - ACRE?

A avaliação do estado nutricional infantil é ainda um assunto de extrema relevância, especialmente para a região Norte do Brasil devido à magnitude da desnutrição nessa parte do País e das já conhecidas consequências que a mesma acarreta no processo de crescimento, no perfil de morbimortalidade infantil e no capital humano (BLACK et al., 2013). Nessa perspectiva, registrar e acompanhar o processo de modificação da composição corporal das populações, em especial a infantil, torna-se extremamente relevante em virtude da necessidade de se retratar as diferentes realidades existentes, identificando grupos populacionais de maior vulnerabilidade, além de documentar o processo de modificação do

perfil nutricional das populações (FRENK et al., 1991; POPKIN, 1993; MONTEIRO e CONDE 2000).

A escolha do município do Jordão para realização de um estudo sobre as condições de saúde e nutrição se deu em virtude da publicação das estimativas de prevalência e risco de desnutrição, produzidas pelo "Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde" (NUPENS) da Universidade de São Paulo. Nesse estudo, modelos de regressão logística multinível foram utilizados em amostra de crianças do censo 2000 para estimar essas prevalências para os 5.507 municípios do país (BENÍCIO et al., 2005; BENÍCIO et al., 2013). Os autores identificaram que o Jordão foi o município com a maior prevalência de crianças desnutridas segundo o índice de estatura para idade do país, com 44,6% das crianças menores de cinco se encontravam abaixo de -2 escores Z, percentual quase 20 vezes maior que o esperado para uma população com crescimento adequado. Além desse quadro, a população do município apresenta uma composição bastante peculiar, que proporciona uma análise rica sobre a distribuição do padrão de crescimento infantil, que, embora pareça bastante homogêneo, revela cenários interessantes para construção do conhecimento da desnutrição na Amazônia.

Outro ponto a ser destacado é a escassez de estudos de base populacional com prevalências de desnutrição para essa localidade. No Quadro 2 são apresentadas as prevalências e posições dos municípios acreanos quanto ao risco nutricional. É possível perceber que as estimativas realizadas por BENÍCIO et al. (2005), superestimam as prevalências de retardo de crescimento, especialmente entre os municípios maiores como a capital Rio Branco. Tal fato pode estar relacionado à adequação do modelo aos municípios menores onde as variáveis utilizadas para predizer os valores são mais homogêneas.

Além disso, no período entre 2005 e 2012 o município de Jordão passou por significativas transformações. No primeiro levantamento, o município ainda não contava com a Estratégia de Saúde da Família implantada e funcionante, além de não contar com tratamento de água até mesmo na zona urbana. Nesse período, havia apenas a distribuição da água bombeada para as residências, sem o tratamento prévio. Além disso, o município não dispunha de pista de pouso e decolagem com asfaltamento, o que dificultava ainda mais o acesso a produtos alimentícios e outros insumos, especialmente no período das chuvas, durante o inverno amazônico. Houve também a criação do Hospital da Família, o que ampliou a oferta de serviços de saúde disponibilizados à população local. (ARAÚJO et al., 2016; IMADA, et al., 2016).

Quadro 2 - Estimativas de prevalências de desnutrição e risco nutricional dos municípios acreanos baseados no Censo de 2000. (2005)

Colocação	Município	Prevalência	Risco nutricional
1º	Jordão	44,60	Muito alto
6º	Santa Rosa do Purus	41,82	Muito alto
29º	Marechal Thaumaturgo	37,99	Muito alto
38º	Tarauacá	37,29	Muito alto
39º	Porto Walter	37,24	Muito alto
41º	Rodrigues Alves	37,17	Muito alto
42º	Feijó	37,08	Muito alto
62º	Manoel Urbano	35,60	Muito alto
130º	Mâncio Lima	32,05	Muito alto
137º	Sena Madureira	31,82	Muito alto
285º	Bujari	28,28	Alto
320º	Capixaba	27,88	Alto
457º	Acrelândia	26,61	Alto
804º	Plácido de Castro	24,08	Alto
805º	Brasiléia	24,06	Alto
904º	Porto Acre	23,55	Alto
921º	Xapuri	23,46	Alto
925	Epitaciolândia	23,43	Alto
1062º	Cruzeiro do Sul	22,69	Alto
1195	Assis Brasil	22,02	Alto
1272	Senador Guiomard	21,61	Alto
2093	Rio Branco	15,08	Médio Alto

Fonte: Benício et al.,2005.

O município também vivenciou um processo de expansão do trabalho da Assistência Social, com ampliação de famílias assistidas pelo “Programa Bolsa Família”, trazendo um impacto marcante no acesso das famílias mais carentes a bens, serviços e produtos alimentícios. Essas transformações ocorreram menos fortemente na área rural do município, com a principal modificação dando-se na implantação da ESF Rural, com uma equipe móvel, responsável por prestar atendimento, de maneira itinerante, para as famílias residentes nas áreas mais distantes da sede do município. Com essas iniciativas, o município passou a contar com 100% de cobertura de PSF ou do Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS), iniciativa que aponta para um processo de evolução na melhoria da atenção a saúde no município, universalizando seu acesso.

Nessa perspectiva, estudar o processo de formação desse adensamento de casos de desnutrição, sua distribuição espacial e temporal permitiu conhecer os impactos das transformações socioambientais ocorridas no município sobre um importante aspecto da saúde infantil. As informações obtidas através dos levantamentos realizados nos anos de 2005

e 2012 permitiram a construção e utilização de um indicador de resultado substancialmente sensível à essas modificações, a saber: o crescimento linear infantil. Foi possível investigar sua distribuição nos contexto urbano rural e em grupos de crianças com e sem ascendência indígena.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Medir a prevalência da desnutrição, analisar sua evolução temporal, sua distribuição espacial, fatores associados segundo ascendência indígena e suas respectivas frações de impacto em crianças pré-escolares em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil.

2.2 ESPECÍFICOS

- Estimar a evolução da prevalência de desnutrição, os fatores associados e suas respectivas frações de impacto para crianças menores de cinco anos residentes em área urbana e rural (Artigo 1);

- Analisar a variação espacial das prevalências e odds ratio de desnutrição e seus fatores associados por meio de uma abordagem semi-paramétrica (Artigo 2);

- Medir a prevalência e investigar as diferenças nos fatores associados à desnutrição entre crianças com e sem ascendência indígena no município de Jordão, Acre (Artigo 3).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município do Jordão, situado a 344 km da capital Rio Branco no Estado do Acre, foi criado em 1992 após separação do município de Tarauacá, situado no vale do Juruá. No total, ocupa área de 5.429 km2; é banhado pelos rios Jordão e Tarauacá e faz fronteira com os municípios de Marechal Thaumaturgo, Feijó, Tarauacá e com o Peru. Em 2005, ano do primeiro levantamento dos dados utilizados para a elaboração do presente estudo, a população total foi estimada em 4.633 habitantes.

Em 2010 dois anos antes do segundo corte transversal realizado, sua população computada foi de 6.577 habitantes (IBGE, 2010). É um dos municípios mais isolados do Estado por possuir acesso apenas pelas vias fluvial e aérea. Até 2005, não contava com esgotamento sanitário. A energia elétrica consumida é à base de gerador e sua ligação como outros municípios do Estado do Acre se dá pelo Rio Tarauacá por onde circulam mercadorias e outros gêneros alimentícios que abastecem a cidade e que chegam com preço muito alto. A economia é baseada no extrativismo vegetal, comércio e funcionalismo público.

No ano de 2005 o município de Jordão já contava com equipamentos de educação na zona urbana e rural do município, com educação fundamental e média, contudo na zona rural apenas nas sedes dos principais seringais havia escolas construídas o que dificultava o acesso de crianças residentes nos centros mais distantes das margens dos rios, com ensino sendo oferecido na modalidade multisseriado. Já havia também escola indígena nas aldeias e a zona urbana contava com ensino seriado. EM 2012 o número de escolas ativas no município era de 70, sendo 30 dedicadas à educação formal para a população não indígena, 34 de educação indígena, e uma creche, contudo o sistema continua sendo multisseriado. Em contrapartida na área urbana existia uma escola de educação infantil, duas escolas de ensino fundamental, uma de ensino médio e uma creche.

Em relação à estrutura de serviço de saúde em 2005 havia disponível uma unidade mista para o atendimento na zona urbana e um polo de saúde indígena responsável pelo subsistema de atenção básica para a população indígena. Em 2012 existia uma Estratégia de Saúde da Família urbana, uma estratégia da saúde da família móvel para atendimento a população rural, um Hospital da Família e o polo de atenção à saúde indígena. Na Figura 6, apresenta-se o mapa do município de Jordão e na Figura 7 a vista área da área urbana.

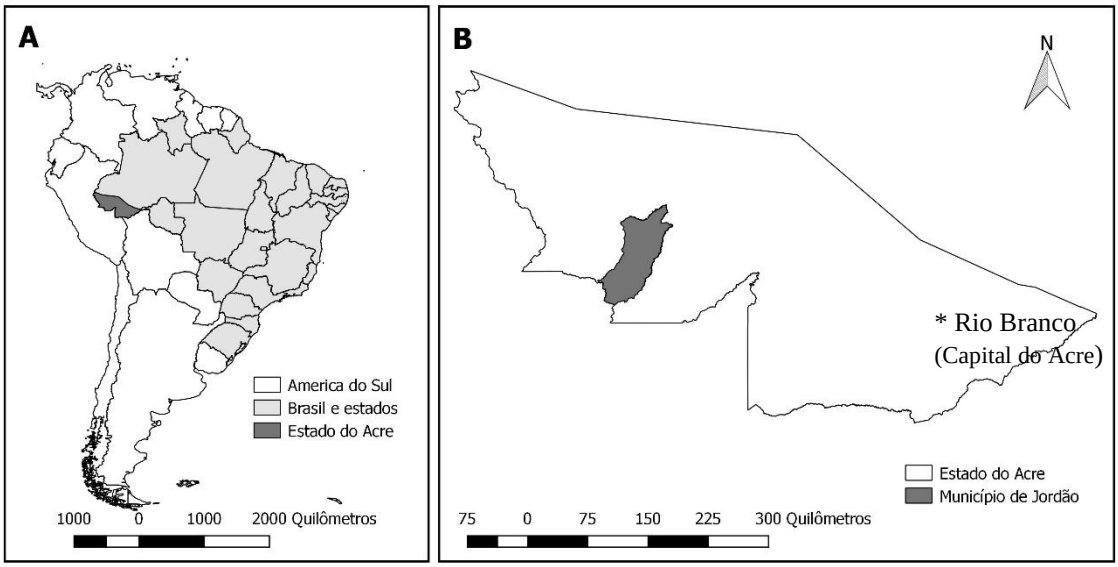


Figura 6 – Mapa do Estado do Acre e sua localização em relação à América do Sul e Brasil (A); município de Jordão e sua localização no Estado do Acre (B)

(Foto: Pedro Devani. Disponível em: http://falajordao.blogspot.com.br/2016/07/boa-segunda-feira-todos.html)

Figura 7 – Foto aérea da área urbana do município de Jordão, com sua pista de pouso ao centro, a parte mais nova da cidade à esquerda da pista e sua porção mais antiga à direita. Na borda direita da figura, observa-se o encontro dos rios Tarauacá.

3. 2 POPULAÇÃO, DELINEAMENTO E TAMANHO AMOSTRAL DO ESTUDO

Foram realizados dois estudos transversais de base populacional com crianças de 0 a 59 meses de idade residentes na área urbana e rural do município. No primeiro estudo realizado em 2005 intitulado: "Situação Nutricional do Município de Jordão-Acre", coordenado pelo prof. Dr. Pascoal Torres Muniz, foram avaliadas 478 crianças na área urbana (n = 211) e rural (n = 267) do município, sendo realizado um censo na área urbana e coletada uma amostra não probabilística na área rural do município.

No segundo corte transversal realizado em 2012, intitulado: "Desnutrição Infantil em Jordão, Amazônia Ocidental Brasileira, Estudo de Base Populacional", coordenado pelo Prof. Msc. Thiago Santos de Araújo foi obtido uma amostra probabilística de 822 crianças residentes na área urbana e rural do município. Para o cálculo do tamanho amostral, utilizou-se uma população de 1.143 crianças menores de cinco anos de idade contada no ultimo censo nacional realizado em 2010 (IBGE, 2010), uma prevalência de déficit de altura para idade de 35,8%, estimada no estudo realizado em 2005 (Araújo, et al., 2016) e uma margem de erro ±2,0%, para a produção de estimativas com um intervalo de confiança de 95%. Esse cálculo foi realizado utilizando a ferramenta STATCALC do programa EPIINFO6. O tamanho da amostra obtida a partir do calculo amostral foi de 753 crianças. Foram adicionados 15% a esse valor visando garantir eventuais perdas, chegando-se a um valor final de 866 indivíduos. Deste total de crianças selecionadas, foram avaliadas 838 crianças que gerou uma taxa de resposta para o estudo de 96,8%. A estratégia de seleção das crianças que compuseram a amostra foi à sistemática, sendo utilizadas as informações contidas nas Fichas A dos agentes comunitários da ESF e do Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena (SIASI) do polo base de Jordão para a construção das listas utilizadas para o sorteio das crianças que participaram da investigação.

As estratégias para seleção dos indivíduos utilizadas nos dois estudos possibilitou a inclusão de diferentes realidades existentes no município do Jordão, pela inclusão de ribeirinhos que viviam nas margens do rio Tarauacá acima e abaixo da sede do município, dos ribeirinhos do Rio Jordão acima da sede do município e dos indígenas que viviam nos dois rios e zona urbana.

3.3 COLETA DE DADOS

3.3.1 Aspectos Gerais

Os dados do inquérito de 2005 foram coletados em junho de 2005, na época da "estiagem" na Amazônia, enquanto que a coleta de 2012 ocorreu nos meses de janeiro a março, período de chuva na região. Foram visitados 302 domicílios em 2005 e 506 em 2012. Não houve recusas no primeiro levantamento, havendo duas no segundo. Em ambos os inquéritos as equipes de trabalho de campo foram constituídas por pesquisadores e estudantes da Universidade Federal do Acre (UFAC), estudantes do Projeto de Profissionalização dos Trabalhadores da área de Enfermagem (PROFAE), membros da Pastoral da Criança do município de Jordão (todos eles com pelo menos cinco anos de estudo) e dos agentes de saúde tanto na zona urbana quanto na zona rural do município na segunda investigação.

Para o presente projeto, foram utilizadas as informações constantes nos bancos de dados da primeira fase do projeto em 2005 e do segundo corte transversal realizado em 2012 para se verificar a prevalência e evolução da desnutrição infantil, bem como avaliar sua distribuição espacial. Esses bancos de dados foram construídos no formato ".REC" que, por sua vez, é lido no programa Epi info, software estatístico de domínio publico criado e disponibilizado pelo Centers for Disease Control and Prevention (CDC) americano e estão sob a guarda dos respectivos coordenadores dos projetos.

Nos bancos de dados estão disponíveis informações antropométricas (peso e altura) que foram utilizadas para construção dos índices necessários para identificação dos casos de desnutrição a variável dependente do presente estudo. Também estão disponíveis informações sobre os níveis de hemoglobina sanguínea medidas através de um fotômetro portátil Hemocue®, que expressam mais uma dimensão da desnutrição: a carência de micronutrientes. Além dessas estavam disponíveis também informações sobre presença de parentes de primeiro e segundo grau (pais ou avós) de origem indígena. Aquelas crianças que apresentaram pelo menos um dos pais ou avós, maternos ou paternos, indígenas foram classificadas como de ascendência indígena.

Entre as informações disponíveis somente no banco de dados do inquérito realizado em 2012, e que foram utilizadas para a presente tese estão: os resultados dos exames de fezes realizados utilizando o método de Hoffman, em dupla leitura; informações sobre a frequência alimentar de todas as crianças avaliadas e um inventário alimentar do dia anterior dos maiores de 24 meses, informações essas colhidas por uma equipe de nutricionistas; e informações das

coordenadas geográficas dos domicílios com crianças menores de cinco anos obtidas com Global Positioning System (GPS) de mão Garmin® modelo Sumit eTrex Vista HCX.

Complementarmente estavam disponíveis em ambos os bancos de dados informações socioeconômicas e ambientais colhidas por meio de um questionário estruturado, pré-codificado e aplicado aos pais ou responsáveis pelas crianças em entrevistas domiciliares. Constam informações: (a) demográficas (sexo, idade da criança e ascendência indígena); (b) socioeconômicas (presença no domicílio de eletrodomésticos e bens de consumo, escolaridade materna, renda) e ambientais (local de moradia: sede ou fora da sede do município, tipo do domicílio, nº de cômodos, presença de rede pública de esgoto e água e destino do lixo); (c) maternas (idade materna, número de gestações, altura [cm], realização de consulta pré-natal e assistência ao parto); (d) de acesso a serviços de saúde (vacinação em dia verificada através do cartão de vacinação); (e) prática de aleitamento (tempo de aleitamento materno exclusivo e total; idade de introdução de leite de vaca); (f) morbidade pregressa (presença de diarreia nos últimos 15 dias anteriores à visita domiciliar, pneumonia nos últimos 12 meses e presença de anemia); g) práticas alimentares (consumo de leite e derivados; frutas, feijão, carne vermelho, peixe e frango, mandioca, arroz, macarrão e doces). Todas as variáveis citadas anteriormente foram utilizadas como variáveis de exposição. Em todas as análises de fatores associados ou de determinantes da evolução elas foram novamente necessárias para realização dos testes estatísticos e construção dos modelos, com sua entrada nos modelos se condicionando ao seu nível descritivo (significância estatística).

3.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Foram calculados os índices antropométricos altura para idade (A/I), peso para a idade (P/I), peso para altura (P/A) utilizando-se o programa Antro da OMS, adotando-se as novas curvas de referência (WHO, 2006a). A desnutrição foi identificada e medida através destes índices antropométricos, recomendados pela Organização Mundial de Saúde e utilizados internacionalmente, com seus valores obtidos pelo critério escore Z (WHO, 1995; 2006a). As crianças que apresentam pelo menos um deles com medida iguais ou inferiores à -2 escore Z em relação à mediana da curva padrão da OMS (WHO, 2006a) foram classificadas como possuindo um déficit nutricional. Em virtude da baixa frequência esperada para os déficits de P/I e P/A, as análises de desnutrição do presente estudo foram feitas utilizando

exclusivamente o índice A/I. Para a identificação de déficits graves de retardo de crescimento, foi utilizado o ponto de corte de -3 escore Z do índice em relação a media da curva de referência.

Para comparação entre proporções da desnutrição para as variáveis nominais especificadas anteriormente foi utilizado majoritariamente o teste de chi-quadrado de Pearson. Contudo, o teste exato de Fisher também foi necessário nas comparações de proporções com menos de cinco observações em pelo menos uma das categorias de resposta das variáveis avaliadas. O teste de tendência linear também foi utilizado quando a variável apresentava mais de duas categorias. Foi adotado como nível de significância valores de $p \leq 0,05$ e como critério para a variável ser incluída na análise múltipla um $p<0,20$. Esses testes, respeitando as suas especificidades quando ao tipo de variável, foram aplicados para as todas as análises bivariadas realizados nesse estudo.

Foram construídos modelos de determinação múltiplos apenas para os déficits de A/I de acordo com o local de residência das crianças se urbano ou rural e segundo sua ascendência indígena. As razões de prevalência para déficits de crescimento desses modelos foram obtidas pela técnica de regressão Poisson com erro robusto. Também foi construído um modelo múltiplo para o conjunto total das crianças de Jordão levando em consideração a dependência espacial. Nesse modelo, foram obtidas odds ratios (Risco Relativo Espacial) brutas e ajustadas por meio de um Modelo Aditivo Generalizado. Os resultados do presente estudo foram apresentados no formato de três artigos com a metodologia empregada em cada um deles sendo apresentada nas seções abaixo e de maneira mais detalhada em cada um dos seus respectivos artigos na sessão de resultados e discussão da presente tese.

Primeiro, foi avaliada a evolução da prevalência de desnutrição ocorrida na zona urbana e rural do município com a identificação dos fatores responsáveis por essas variações e suas respectivas frações de impacto populacional. Num segundo momento, foram construídos modelos múltiplos para avaliação de fatores associados ao desenvolvimento do desfecho para crianças com e sem ascendência indígena. Por último, foi analisada a distribuição espacial e as OR desnutrição infantil para o conjunto da amostra probabilística de crianças do município de Jordão.

A utilização da técnica de regressão de Poisson com erro robusto é recomendado como técnicas para obtenção de razões de prevalência e seus intervalos de confiança de maneira direta em detrimento à regressão logística para desfechos categóricos comuns (prevalência >10%). Sua utilização não produz superestimação das associações testada produzindo medidas corretas de mais fácil interpretação que as medidas de chances (BARROS e

HIRAKATA, 2003). Contudo, como não estão disponíveis rotinas que teste dependência espacial que utilizem regressão de Poisson com erro robusto, adotou-se o modelo GAM da família binomial para verificar o seu comportamento para o estudo deste desfecho.

3.4.1 Análise dos fatores relacionados à evolução da desnutrição infantil na zona urbana e rural do município de Jordão, Acre e de suas respetivas frações de impacto populacional

Para a análise da evolução da desnutrição ocorrida na zona urbana no município entre os anos 2005 e 2012, foi utilizada a metodologia descrita por MONTEIRO et. al, (2009), LIMA et al. (2010) e BUCCINI (2017). Como variável dependente para o estudo dessa evolução foi utilizado o índice altura para idade dicotomizado (valores > e < -2 escore Z) e como variáveis independentes aquelas selecionadas a partir de um modelo múltiplo hierarquizado contendo variáveis distais mediais e proximais.

Entre as variáveis independentes, a escolaridade materna representando o bloco socioambiental foi medida em anos de estudo e posteriormente reagrupada em duas categorias: 0-7 anos de escolaridade e oito anos ou mais anos. As condições do saneamento foram avaliadas a partir da conexão do domicílio da criança com a rede pública de abastecimento de água além da destinação do lixo e esgota de maneira combinada. O acesso à assistência à saúde foi avaliado, sobretudo a partir do acesso à assistência pré-natal e ao parto. Além dessas variáveis, o modelo incluiu avaliação da produção de alimentos para o consumo da família, as condições de gestação e parto da criança, altura materna, padrão de aleitamento e de introdução da alimentação complementar, uso de chupeta e variáveis relativas à condição de saúde previa da criança como ocorrência de pneumonia nos últimos 12 meses, infecção por parasitas intestinais e internação por diarreia.

O estudo dos fatores que influenciaram a variação temporal da prevalência de déficit de altura para idade citado foi realizado como segue. Primeiro, a evolução de cada uma das variáveis do modelo teórico (Quadro 3) de determinação da desnutrição foi avaliada, comparando-se a sua distribuição em 2005 e de 2012, através do seu cruzamento com a variável “ano de realização do estudo”. Esse procedimento permitiu verificar se a proporção de crianças em cada uma das categorias dessas variáveis se alterou de um inquérito para o outro. Na segunda etapa, foi examinada, de maneira independente para cada um dos cortes transversais, a associação existente entre as variáveis de exposição, e a ocorrência de

desnutrição (déficit de A/I). Isso foi feito somente para as variáveis que apresentaram variação estatisticamente significativa no primeiro momento da análise que verificou a distribuição das prevalências de exposição. As variáveis que atenderam aos dois critérios foram inseridas em um modelo de regressão múltipla de Poisson também de maneira independente para cada um dos anos 2005 e 2012, visando confirmar a associação entre as exposições e desfecho.

Quadro 3 – Modelo teórico para identificação dos fatores associados à variação temporal da desnutrição no município de Jordão, Acre (adaptado de OLINTO et al., 1993). 2012

	Fixas	**Biológicas**	**Sexo; idade e Raça/etnia**
Distal	Bloco 1	Socioeconômicas	Renda familiar per capta/dia; Índice de riqueza; Escolaridade materna; Trabalho materno;
	Bloco 2	Ambientais e composição familiar	Saneamento; Acesso á água; Nº crianças < 12 anos; Proporção de pessoas por dormitório; Condições de moradia
	Bloco 3	Produção de alimentos para consumo familiar	Produção agrícola e criação de animas;
Medial	Bloco 4	Condições de gestação	Altura materna; Assistência pré-natal; Consumo de álcool durante a gestação;
Proximal	Bloco 5	Aleitamento materno;	Tempo de aleitamento materno exclusivo; Idade de introdução de leite de vaca;
	Bloco 6	Acesso serviço de saúde	Vacina; Uso de remédio de verme;
	Bloco 7	Morbidade no ultimo ano	Asma; Pneumonia;

Em seguida, foi calculado o efeito que cada uma das variáveis que permaneceram no modelo múltiplo apresentou para a variação temporal da prevalência de desnutrição verificada entre os dois inquéritos. Este cálculo foi realizado a partir da obtenção da Fração de Impacto Potencial (FIP), com o uso da seguinte equação:

$$FIPvar_i = \frac{\left(\left(P2005_{cat\ ref\ var\ i} - P2012_{cat\ ref\ var\ i}\right) * \bar{\mu}\ RP_{cat\ ref\ var\ i\ (2005\ e\ 2012)}\right) + \left(\left(P2005_{cat\ 1\ var\ i} - P2012_{cat\ 1\ var\ i}\right) * \bar{\mu}\ RP_{cat\ 1\ var\ i\ (2005\ e\ 2012)}\right)}{\left(P2005_{cat\ ref\ var\ i} * \bar{\mu}\ RP_{cat\ ref\ var\ i\ (2005\ e\ 2012)}\right)}$$

3.4.2 Análise dos fatores relacionados à desnutrição infantil entre crianças com e sem ascendência indígena

Para o cumprimento do terceiro objetivo do presente trabalho, foram utilizadas somente as informações provenientes do banco de dados do segundo corte transversal conduzido em 2012 que contava com 482 crianças com ascendência indígena e 356 sem ascendência indígena. A opção pelo banco do segundo levantamento ocorreu em virtude das importantes modificações verificadas nas condições de acesso ao município, saneamento, serviços de saúde que necessitavam de uma nova avaliação para se verificar sua possível contribuição para a determinação do estado nutricional infantil na população avaliada, além deste banco conter variáveis não presentes no banco de dados do primeiro levantamento.

Inicialmente, foram calculadas as prevalências dos déficits antropométricos para os índices de A/I, P/I, P/A para dois grupos (indígenas e não indígenas). Em seguida, foi realizada análise bivariada, somente para o índice altura para idade, em virtude da baixa prevalência verificada para demais índices. Essa análise realizada de maneira independente para cada grupo de ascendência levou em consideração aspectos socioeconômicos, ambientais, maternos, de acesso a serviço de saúde, aleitamento e de morbidade da criança. Em seguida, realizou-se análise múltipla hierarquizada, utilizando regressão de Poisson com erro robusto para criação de dois modelos explicativos de ocorrência de desnutrição segundo grupo de ascendência indígena ao qual a criança pertencia.

Para a construção destes modelos, inicialmente, foram selecionadas as variáveis independentes que apresentarem valor de p menor que 0,20 na análise bivariada e que apresentaram plausibilidade biológica. Essa etapa da análise permitiu a obtenção também das medidas de associação brutas (razões de prevalências) utilizando a mesma técnica de regressão aplicada na análise múltipla. O critério estatístico não foi aplicado para as variáveis biológicas, sexo e idade, que foram inseridas no início da modelagem e se mantiveram fixas, independente de sua significância estatística.

No processo de modelagem para identificação dos fatores associados à desnutrição para os grupos de crianças com e sem ascendência indígena seguiu-se um modelo conceitual adaptado de OLINTO et al. (1993), conforme apresentado na Figura 8. Para estes modelos a análise se deu do bloco distal para o proximal. Internamente, a cada bloco, foram introduzidas todas as variáveis selecionadas na análise bivariada. As variáveis que apresentaram valor de *p*

abaixo de 0,05 pelo teste de Wald foram definidas como fatores associados à desnutrição infantil, permanecendo no modelo múltiplo nas análises dos blocos subsequentes.

As variáveis que apresentarem valor de *p* acima de 0,05 nos referidos testes estatísticos foram retiradas do modelo e avaliadas para verificação de alterações em mais de 10% na magnitude das razões de prevalência das variáveis pertencentes aquele bloco. Nos casos de ocorrência de alterações na magnitude da razão de prevalência acima de 10% em relação as variáveis que permaneceram no modelo, a variável foi reinserida para ajuste dos blocos subsequentes, independente de sua significância estatística, como variável de controle. Esse procedimento foi realizado para cada um dos segmentos populacionais (com ascendência e sem ascendência indígena) a fim de se verificar a existência de diferenças nos determinantes dos déficits de crescimento entre esses dois grupos.

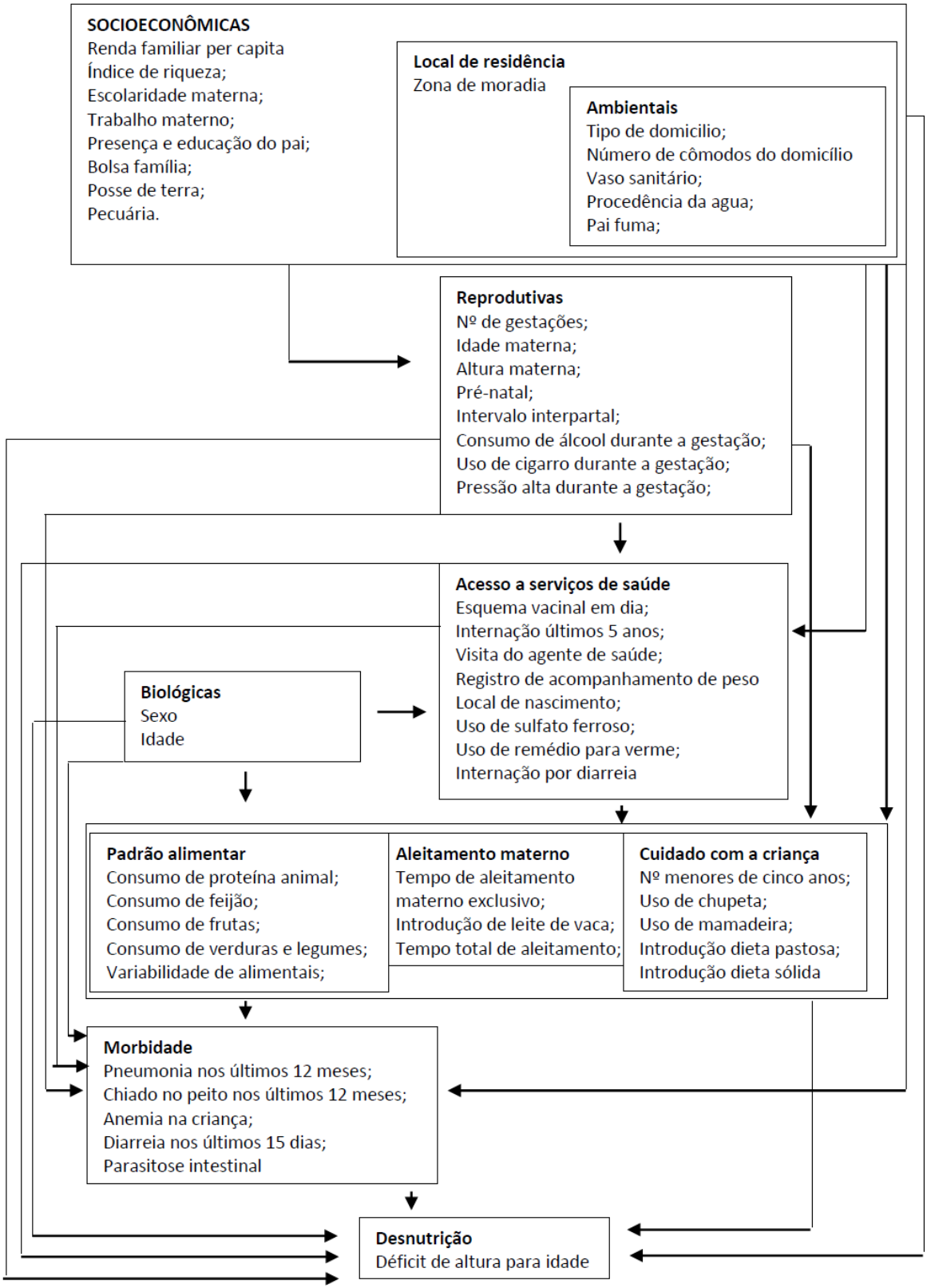


Figura 8 – Modelo conceitual hierárquico para identificação de variáveis associadas ao déficit de crescimento entre crianças com e sem ascendência indígena no município de Jordão, Acre, (adaptado de OLINTO et al., 1993).

3.4.3 Distribuição espacial da desnutrição infantil em Jordão-Acre

Para o estudo da distribuição espacial da desnutrição, também foram utilizados somente as informações sobre o estado nutricional infantil do município de Jordão obtidas no segundo corte transversal realizado no ano de 2012 uma vez que as informações de georrefenciamento só foram obtidas nesse segundo momento. O georreferenciamento foi realizado com base nas coordenadas geográficas do sistema Lat/Lon hddd°mm.mmm', Datum World Geodetic System (WGS) 84, obtidas utilizando um GPS eTrex (Garmin International, Olathe, EUA), com precisão de cinco metros. Este procedimento foi realizado no programa QGIS versão 2.14 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015). Os mapas, inicialmente em projeção geográfica (Datum WGS 84), foram transformados para projeção plana (Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 19S, WGS84). Como centróides das comunidades ribeirinhas e indígenas, foram considerados os centros geométricos calculados com base nos valores de latitude e longitude dos domicílios de cada uma das comunidades.

Todas as informações coletadas em campo acrescidas das coordenadas geográficas dos domicílios de residência das crianças investigadas foram inseridas em um banco de dados do software SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Estas informações, convertidas para o formato.CSV, após terem sido lidas no Software QGIS, foram georreferenciadas com base nas coordenadas, obtendo-se mapas de domicílios e de crianças investigadas.

Os domicílios foram agregados em 44 aglomerados de residências (comunidades). Uma vez que não se dispunha dos limites geográficos destes aglomerados, cada um deles foi representado por um centróide correspondente ao centro geométrico das coordenadas dos seus respectivos domicílios. Em seguida, foram calculadas suas prevalências globais de desnutrição. Estas prevalências foram representadas em um mapa temático, construído em conjunto com o mapa do município e da hidrografia local, obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A análise dos fatores associados à desnutrição foi realizada incialmente pela aplicação do teste de Chi-quadrado de Pearson. Foram selecionadas, para a análise múltipla, variáveis que apresentavam valor $p<0,20$. Aquelas que atenderam a esse critério e apresentaram plausibilidade biológica e teórica foram inseridas num modelo aditivo generalizado (GAM - Generalized Additive Model), rodado no Programa R, versão 3.0.2, com a utilização da biblioteca EPIGAM, desenvolvida no Laboratório de Análise Espacial de Dados Epidemiológicos do Departamento de Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (STEPHAN et al., 2011). A modelagem foi

hierarquizada (VICTORA et al., 1997) e adaptada seguindo o modelo teórico proposto por OLINTO et al. (1993).

Esta rotina de análise foi conduzida inicialmente considerando apenas a posição geográfica dos locais de moradia das crianças e a condição de ausência e presença de desnutrição com obtenção das OR ajustadas somente pelo espaço. Em seguida, foram inseridas as demais variáveis independentes, obtendo-se as OR ajustadas para os fatores de risco distais, intermediários e proximais além da dimensão espacial. Nesse tipo de análise, essa última dimensão é representada pelas coordenadas dos domicílios. Para o cálculo das OR espaciais, a rotina GAM cria círculos sobre a área delimitada de estudo e conta os pontos com os casos positivos e negativos de desnutrição presentes nele, gerando um *grid*. Por fim, aplica-se um teste estatístico comparando-se os círculos. No caso desta análise foram fixadas bandas de 2.000 metros (raios dos círculos), tanto para obtenção dos valores de OR de desnutrição, como para cálculo dos respectivos valores de p.

Na medida em que as famílias investigadas ocupavam o município em toda a sua extensão Norte-Sul, mas concentram-se, sobretudo às margens dos rios, fez-se necessária a criação de um *buffer* de 2000m de raio em torno dos domicílios destas famílias. Como isso, obteve-se um perímetro, mais adequado para a representação espacial das OR que os limites do município. Tal fato permitiu a elaboração de mapas de OR calculadas com base nas coordenadas geográficas das crianças consideradas, além de mapas de significância estatística para essas estimativas (BAILEY e GATRELL, 1995). Estes mapas temáticos foram elaborados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS 2.4 e os demais mapas foram obtidos do programa R.

Como pressupostos da modelagem com o componente espacial foi considerado que a presença ou a ausência do caso de desnutrição no município estudado depende de sua localização espacial (latitude e longitude) e de outras variáveis independentes. Uma das vantagens da utilização do modelo do tipo GAM, denominado de semiparamétrico, é que ele permite que a associação entre o caso de desnutrição e exposições (posição geográfica e demais variáveis independentes) seja avaliada sem que esta relação precise ser definida previamente (HASTIE e TIBSHIRANI, 1986; STEPHAN, 2008), além de permitir a inclusão de covariáveis não-espaciais que podem estar relacionadas ao desfecho.

Após a consideração da posição geográfica das crianças e dando sequência à modelagem, as demais covariáveis foram inseridas por bloco, permanecendo no modelo aquelas que mantiveram valor de $p<0,20$. Foram associadas à ocorrência de desnutrição variáveis que apresentaram valor de $p <0,05$. Aquelas com $p>0,05$ e $p<0,20$ permaneceram no

modelo como ajuste. As variáveis distais que compuseram o modelo foram: Bloco 1 (Socioeconômicas) - Renda familiar per capta/dia 1,90 dólar/pessoa/dia e < que esses valores), índice de riqueza, escolaridade materna (<5 e ≥ 5 anos de estudo) e trabalho materno (dicotômica); poder aquisitivo da família (Acima [Alto] e abaixo [Baixo] da mediana do número de bens presentes no domicilio); bloco 2 (Ambientais e composição familiar) – Saneamento, acesso à água, nº crianças < 12 anos (mediana em 2012), proporção de pessoas por dormitório (mediana em 2012) e condições de moradia; bloco 3 (produção de alimentos para consumo familiar) - Produção agrícola e criação de animas. Variáveis intermediárias - Bloco 4 (condições de gestação) - Assistência pré-natal (≥ 6 e <6 consultas), consumo de álcool durante a gestação (dicotômica) e altura materna (mediana em 2012). Variáveis proximais - Bloco 5 (Aleitamento materno) - Tempo de aleitamento materno exclusivo (<30 ou>180 dias e ≥ 30 ou ≤180 dias) e idade de introdução de leite de vaca (>180 e ≤180 dias); bloco 6 (Acesso serviço de saúde) – Vacina em dia (dicotômica) e uso de remédio para verme nos últimos seis meses (dicotômica); bloco 7 (Morbidade no ultimo ano) – Asma/chiado (dicotômica) e pneumonia (dicotômica). As variáveis biológicas: sexo, idade e ascendência indígena foram inseridas no início da modelagem e permaneceram até o final para ajuste do modelo. As coordenadas geográficas também entraram no início da modelagem para análise dos fatores associados à desnutrição que levou em consideração o espaço.

Em sua maioria as variáveis do modelo teórico foram incluídas de maneira direta na análise múltipla. Contudo, o índice de riqueza (IR) foi construído a partir de variáveis representativas dos bens presentes no domicílio (televisão, fogão a gás, geladeira, rádio, barco a motor e mais outros 15 objetos), seguindo o modelo de FILMER e PRITCHETT (2001). O IR foi calculado separadamente para cada zona de moradia, e posteriormente categorizado em menor poder aquisitivo (índice<0) e maior poder aquisitivo (índice≥0). As variáveis de produção agrícola e criação de animais também foram agrupadas. Produção de feijão, criação de frango, porco e bovinos foram combinados em dois grupos: possuir mais ou menos de dois itens, visando mensurar a dependência da família em relação à sua produção de alimentos. Os itens de avaliação das condições de saneamento também foram agrupados utilizando a mediana como ponto de corte para criação de dois grupos: melhor e pior condição de saneamento.

A significância estatística da OR espacial foi obtida pelo método de Monte Carlo. Esse método tem como base as probabilidades estimadas sob um modelo logístico sem a componente espacial, construída a partir de uma nova variável resposta criado por ele. O GAM foi ajustado para obter a OR espacial estimada em uma rede de pontos representando a

área de estudo. Esse procedimento foi repetido 100 vezes levando em consideração o pressuposto de normalidade dos valores de OR. A partir daí, as estimativas baseadas nos dados observados foram comparadas com essas distribuições teóricas e classificadas como significativas se fossem fora da região de tolerância (P <0 ,025 ou P > 0,975).

3.5 ASPECTOS ÉTICOS

Antes de cada entrevista após a apresentação dos membros da equipe, eram explicados os objetivos da pesquisa e lido o termo de consentimento livre esclarecido. O morador era informado sobre o sigilo das informações, riscos, benefícios e possibilidade de desistência da pesquisa a qualquer tempo e a possibilidade de recusar a participação. O termo era assinado em duas vias uma ficando com o entrevistado e a outra era anexada aos questionários. Foi garantido o acesso aos resultados das pesquisas e os relatórios finais foram enviados a prefeitura do município.

Os dados utilizados na elaboração da tese foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e seguiu as recomendações da resolução 196 de 1996 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo de 2005 foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Hospital Estadual do Acre (FUNDHACRE) com protocolo de pesquisa n° 171/ 2005 parecer final n° 042/2005 (ANEXO 1) e o de 2012 foi aprovado também pelo CEP da UFAC, Protocolado sob nº 23107.017408/2010-16 em 08/12/2010 (ANEXO 2). Os resultados foram devolvidos para as famílias e todas as crianças identificadas com desnutrição, anemia ou parasita intestinal patogênico foram encaminhadas para a unidade básica de saúde do município. Além disso, foi fornecido o sulfato ferroso e o remédio para verme pela equipe de pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta tese de doutorado é composta ao todo por três artigos, são eles:

- ARTIGO 1 – "*Geographical and socioeconomic inequalities in the evolution of prevalence of stunting in children: a population-based study in the Brazilian Amazon";*

- ARTIGO 2 – "*Desnutrição infantil na paisagem Amazônica: modelagem espacial em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil*";

- ARTIGO 3 – "*Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon.*

4.1 ARTIGO 1

Preâmbulo

Neste capítulo, é apresentado artigo original submetido à revista "*Maternal & Child Nutrition*", correspondente ao primeiro objetivo específico desta tese: **"Estimar a evolução da prevalência de desnutrição, os fatores associados e suas respectivas frações de impacto para crianças menores de cinco anos residentes em área urbana e rural".** O comprovante de submissão deste artigo encontra-se no ANEXO 3.

Geographical and socioeconomic inequalities in the evolution of prevalence of stunting in children: a population-based study in the Brazilian Amazon

Thiago Santos de Araújo[1,2], Cristieli Sérgio de Menezes Oliveira[1,3], Eline Messias de Oliveira[1], Katiúscia Shirota Imada[1], Gabriela dos Santos Buccini[3], Maria Helena D'Aquino Benicio[3,4], Mônica da Silva Nunes[1], Pascoal Torres Muniz[1], Francisco Chiaravalloti Neto[2*]

[1]Center of Health Sciences and Sport, Federal University of Acre, Rio Branco, Acre, Brazil
[2] Department of Epidemiology, School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, Brazil
[3]Public Health Nutrition Program, School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, Brazil
[4]Departamento de Nutrição. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil.

Short running title: **Evolution of prevalence of stunting in Amazonian children**

Number of words of abstract: 250

Number of words of main body of the text (excluding references and legends): 4.565

Number of words of main body of the text (excluding references and legends): 4.565

Corresponding author*
E-mail: franciscochiara@usp.br (FCN)

Abstract

Although the prevalence of stunting has declined around the world, in some regions, such as the Amazon, it remains substantially high due to a combination of geographical and population characteristics. This study aimed to assess the evolution of the prevalence of stunting and to identify the major factors associated with this evolution by area of residence.

A temporal analysis of two cross-sectional population-based surveys of 478 and 838 children (2005 and 2012, respectively) was carried out. Multiple Poisson regression analyses were performed to identify factors associated with stunting. Calculations of the respective "fractions of population impact (FPI)" were used to determine the relative importance of each factor in the evolution of stunting. There was an increase of 39.7% in the prevalence of stunting among children living in rural area and a reduction of 28.7% for those living in urban areas. In the urban area, this decline could be attributed to the expansion of prenatal care coverage (percentage explained: 18.8%), poverty reduction (17.5%), and improvement in birth conditions (11.9%). In the rural area, the increase in the prevalence of stunting may be explained by the decreases in food production from family farming (12.1%), increase in the proportion of mothers with short stature (10.5%), and reduction in the purchasing power of families (7.5%). There was an increase in the disparity in growth between children living in urban areas and those living in rural areas. It is crucial to expanding prenatal and child care services as well as narrowing social inequities to reduce the prevalence of stunting among children living in rural area and also affects the height of the new generation of mothers in this region.

KEYWORDS: Stunting, undernutrition, anthropometry, Amazon, Child growth. Children.

1. INTRODUCTION

The Amazon region is known worldwide for its biodiversity and economic potential. However, the Brazilian portion of this region, especially the rural areas, has the highest prevalence of stunting in the country (Brasil, Ministério da Saúde, 2009). In certain locations (Araújo, Oliveira, Muniz, Silva-Nunes & Cardoso, 2016) and in some population segments, such as Indigenous people (Horta et al., 2013), the stunting burden is similar to that observed in South Asia, which has the highest prevalence of stunting in the world (Headey & Hoddinott, 2015).

The evolution of the prevalence of stunting has been monitored by the United Nations Children's Fund in various regions of the world (UNICEF), and by some local governments, including those of Brazil (Monteiro et al., 2009), Nepal (Headey & Hoddinott, 2015), and Ghana (Ikeda, Irie & Shibuya, 2013). In some regions, there is evidence of significant progress, especially in South Asia, where the prevalence is approaching that of Africa. However, in some regions, such as East Africa, there has been an increase in the number of stunted children, generating concern in the global community (Global Nutrition Report, 2015).

In spite of increasing food production, wealth, and expansion of health services, child undernutrition remains on the international public agenda as part of the Sustainable Development Goals (SDG). Given this, and because of its impact on individuals and the society, the World Health Organization assembly proposed a new plan for improving the nutritional status of children under five years of age (WHO, 2014), including a reduction of 40% in the cases of stunting by 2025 (De Onis et al., 2012).

Despite the progress made in eradicating poverty and hunger in worldwide, inequalities between urban and rural populations still persist, with a concentration of negative factors for child growth and development in rural areas. From this perspective, the

confrontation of inequities in these areas of greater vulnerability emerges as a priority in the agenda of actions after 2015 (United Nations, UN, 2016).

In Brazil, differences in the prevalence of stunting between urban and rural population have markedly decreased over the past decades, with the prevalence in rural areas decreasing from 40.5% in the 1970s (Batista Filho & Rissin, 2003) to 7.5% in 2006 (Brasil, Ministério da Saúde, 2009). This most recent value is very close (6.9%) to the value verified for urban areas (Brasil, Ministério da Saúde, 2009).

Current evidence suggest that this process of concentration of stunting cases in specific territories is a phenomenon verified in several parts of the world (United Nations, UN, 2016). This is especially true in rural areas and peripheral regions of cities (Victora et al., 2011). Once these apparently similar contexts can produce quite different experiences of illness and mortality, it is important to knowing the particularities present in these build-up of stunting cases. This serves as a starting point for a better understanding of child stunting at present while planning actions more appropriate to promote healthier growth in this setting.

In this scenario, i.e. the municipality with the highest nutritional risk in the country (Benício, Martins, Venâncio & Barros, 2013) with most of the population living in rural areas (~65%), the factors associated with the maintenance of the high prevalence of stunting need to be evaluated. Thus, we aimed to assess the evolution of the prevalence of stunting, and identify the major factors associated with this evolution in the urban and rural areas of the Brazilian Amazon.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Study design and population

A temporal analysis was conducted involving two population-based studies performed in the urban and rural area of Jordão, a town located in the North region, in the western

Brazilian Amazon. This town cannot be reached by land and its literacy rate is low (~26%), with 49.2% of families living in extreme poverty (United Nations Development Program, UNDP, 2013). By 2010, Jordão had 7.400 inhabitants, of whom 17.6% are children aged <5 years. Study design details have been previously reported (Araújo, Oliveira, Muniz, Silva-Nunes & Cardoso, 2016; Imada, Araújo, Muniz & Pádua, 2016).

As reported elsewhere (Araújo, Oliveira, Muniz, Silva-Nunes & Cardoso, 2016), in June 2005, we carried out a population-based study in Jordão with 478 children aged <5 y. A census was conducted in the urban area (n=211) and in rural areas (n=267) due to the difficult access owing to low water levels of rivers in the region in the data collection period, we used a nonprobability sample proportional to that of the urban area. There were no refusals, and eight children were not found at home on both possible visiting occasions. The children were considered of indigenous descent who had at least one parent or grandparent who self-reported as indigenous when inquired about their race at the interview.

In the same area, from January to April 2012, a second population-based cross-sectional study was performed with 836 children also aged<5 y (Imada, Araújo, Muniz & Pádua, 2016). A list of preschools enrolled in the Family Health Strategy was obtained from the primary healthcare service and has been updated by local community health workers jointly with the research team. On the basis of this list, children were selected using random and systematic sampling techniques to obtain the study subjects. Of the total 866 children, 836 were evaluated, with 97% survey response.

The present study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki, and all procedures were approved by the Ethics Committee of the Federal University of Acre, Brazil (protocol nº 23107.017408/2010-16). Written informed consent was obtained from all parents or guardians of the participating children prior to survey enrolment.

2.2 Data collection

During household visits, structured face-to-face interviews were carried out with each child's mother or guardian by trained fieldworkers. The following data were collected: socioeconomic status; environmental characteristics and family composition; food production for the family's own consumption; gestational characteristics; infant feeding practices and child access to health care services characteristics; morbidities in the last year and demographic characteristics.

The weight and height of children were measured by trained research assistants according to standard procedures (World Health Organization, WHO, 1995). Children were weighed using a portable digital scale (BC554 IronMan/InnerScan TANITA model, Tokyo, Japan) to the nearest 100 g, wearing minimal clothing and barefoot. Standing height was measured with an AlturaExata portable anthropometer (Belo Horizonte, Brazil) and was recorded to the nearest 0.1 cm. This anthropometer was also used to measure recumbent length for children ≤24 months of age. Each measurement was repeated once, and the mean value was calculated. Measures with differences >0.5 cm were repeated again, and the two closest measures were considered to calculate the average. Z-scores for length/height-for-age (HAZ) were calculated according to WHO Child Growth Standards (World Health Organization, WHO, 2006), using the WHO Anthro software. The cut-off for stunting was defined as HAZ<−2. The ages of the children were determined using the date of birth (from a verifiable document) and the date of measurement.

2. 3 Statistical analysis

The main outcome of interest was stunting. This indicator is the most used in epidemiological studies because reflects the child's previous nutritional history and health in a

more stable way. Furthermore, weight-for-age and weight-for-height deficits had low prevalence in our study.

Independent variables were selected at three levels of distal, medial and proximal determination, following the theoretical model of Olinto, Victora, Barros & Tomasi (1993), adapted. The distal variables that made up the model were: Block 1 (Socioeconomic status) - Family income per capita/day (≥ 1.25 [2005 survey] or 1.90 [2012 survey] dollar/person/day and <that these values), wealth index, maternal schooling (<5 and ≥ 5 years of schooling) and maternal work (dichotomous); Block 2 (Environmental characteristics and family composition) - Sanitation, access to water, no children <12 years (median in 2012), proportion of people per dormitory (median in 2012) and housing conditions; Block 3 (Food production for the family's own consumption) - Agricultural production and animal rearing. Intermediate variables: Block 4 (Gestational characteristics) - Prenatal care (≥ 6 and <6 visits), alcohol consumption during gestation (dichotomy) and maternal height (median in 2012). Proximal variables: Block 5 (Infant feeding practices) - duration of exclusive breastfeeding (<30 or> 180 days and ≥ 30 or ≤180 days) and age of introduction of cow's milk (> 180 and ≤180 days); Block 6 (Child access to health care services) - Vaccination schedule updated (dichotomy) and use of antihelminthics over the past 6 months (dichotomy); Block 7 (Morbidities in the last year) - Asthma/wheezing (dichotomy) and pneumonia (dichotomy). Demographic variables, namely gender, age and indigenous ancestry were inserted at the beginning of the modeling and remained until the end for adjustment.

The bivariate and multiple analyzes were preceded by the merging of the databases of the 2005 and 2012 surveys. Analyzes of the factors associated with evolution of stunting prevalence were performed independently for the urban and rural areas, in view of the divergent variations observed in each one of them.

Most of the variables of the theoretical model were included directly in the multiple analyses. However, the wealth index (IR) was constructed from variables representative of household goods (television, gas stove, refrigerator, radio, motor boat, and 15 other objects), following the model of Filmer & Pritchett (2001). The IR was calculated separately for each housing area, and later categorized into lower purchasing power (index <0) or higher purchasing power (index≥0). The variables of agricultural production and animal rearing were also grouped. Bean, chicken, pig, and beef production were divided into two groups—having either more or less than two items—to measure the dependence of the family on their food production.

Sanitation in the urban area was evaluated according the presence of toilet, the origin of the water used in the home (public network, artesian well/headspring, river/ stream), access to water (no flack and lack often/rarely), treatment used in drinking water (boiled/filtered/mineral, chlorinated at home and not treated), waste destination (collected, burned/buried, thrown into open area/stream/river) and type of sewage (septic tank, septic tank black, open pit/river/"igarapé"). These items were grouped using the median as a cut-off point to create two groups: better and worse sanitation. In the analysis for the rural area, the variable access to water was used in a direct way because the other variables of sanitation were very homogeneous and presented less explanatory power.

The study of the factors influencing the temporal variation of stunting prevalence was performed as follows: First, the variation of each of the stunting determinants was evaluated, comparing its distribution in 2005 and in 2012, by Pearson's chi-square test. This was done by crossing the variables: year of the study with the exposures of interest selected independently for each of the housing areas. In the second step, we examined the association between the selected exposure variables and the stunting occurrence using the Pearson chi-square test independently for each survey and area of residence, first 2005 survey and then for

the 2012 survey. By means of this analysis it was possible to evaluate if the selected exposures would be associated to the outcome at the two moments and areas of the studies. This process served to select the variables that composed the multiple analyses. The cut-off point to select variables for inclusion in multiple models was $p < 0.20$.

The first level of analysis was represented by socioeconomic and control variables (gender, age of the child and indigenous ancestry); The second level by environmental variables and family composition (adjusted by variables from level 1 with $p < 0.20$ and control variables), level three by the food production variable (controlled by variables of level 1 and 2 with p <0, 20 and control), and so on up to level 7. Statistical significance was set at 0.05 for the effect of the exposure variable on stunting in at least one of the surveys, and prevalence ratios (PR) with 95% confidence intervals (95% CI) are presented.

Lastly, it was estimated the effect that the detected changes in the distribution of determinants exerted on the evolution of the stunting prevalence in the 2005-2012 period. For that, the Population Impact Fraction (PIF) was calculated for each one of the variables that in the final multiple model presented p-value <0.05, using means of the adjusted prevalence ratios obtained for years 2005 and 2012 and the prevalence of exposure for each year. The Kleinbaum, Kupper, Morgenster (1982) formula was used (equation 1) independently for each of the two models (urban and rural). In this, $P2005_{.refcat.}$ and $P2012_{ref.cat}$ refer to the exposure prevalence for the reference category in each one of the investigations; $P2005_{cat.1}$ e $P2012_{cat.1}$ refer to the exposure prevalence for level 1 in each one of the surveys; $\overline{\mu}$ RPcat.ref. (2005 and 2012) and $\overline{\mu}$ RPcat.1 (2005 and 2012) refer to the mean of adjusted prevalence ratios for the reference category and exposure level 1 in each survey. Such an equation was used since the variables included in the analysis were dichotomized as well as by the trend of falling stunting prevalence observed.

$$PIFvar_i = \frac{\left((P2005_{cat\ ref\ var\ i} - P2012_{cat\ ref\ var\ i}) * \bar{\mu}\ RP_{cat\ ref\ var\ i\ (2005\ e\ 2012)}\right) + \left((P2005_{cat\ 1\ var\ i} - P2012_{cat\ 1\ var\ i}) * \bar{\mu}\ RP_{cat\ 1\ var\ i\ (2005\ e\ 2012)}\right)}{\left(P2005_{cat\ ref\ var\ i} * \bar{\mu}\ RP_{cat\ ref\ var\ i\ (2005\ e\ 2012)}\right)}$$

Due to the increase observed in the prevalence of stunting in the rural area, the equation was slightly modified, with differences in prevalence of exposure being subtracted inversely (end minus initial). PIF can be understood as the expected variation in the prevalence of stunting resulting from the observed change in the distribution of exposure factors in that time period. The effects estimated for each determinant are not additive, having a tendency to add up to more than the sum total of the individual changes observed in the prevalence in the period. This situation, which prevents the perfect decomposition of the joint effect of the changes in the evaluated determinants, is a result of assuming, artificially, that the change in each determinant precedes the change in the others. Despite this, the estimate obtained for each determinant will indicate their relative importance in the evolution of the prevalence of malnutrition in each period, as described by Lima et al. 2010 and Buccini, 2017. All analyses were performed with the Stata software, version 10.0 (Stata Corp).

3. RESULTS

3.1 Participants characteristics

Characteristics of the study participants from the urban area in the 2005 and 2012 surveys are summarized in Table 1. There was a reduction in the quantity of families living below the poverty line. In addition, there was an increase in maternal schooling and maternal work, boosting the verified socioeconomic improvements. Improvements in sanitary conditions, changes in the composition of the family with a decrease in the number of children under 12 years of age at home, and a reduction in the number of people per dormitory were also observed. There was an incremental increase in the proportion of mothers

with larger stature, beyond the expansion of prenatal care and hospital births in the city. Breastfeeding also improved in urban area of the municipality.

Table 1. General characteristics of children aged <5 years living in **urban area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon

Characteristic	**Survey year (urban area)**		
	2005	***2012***	***P***
	n#=211 (%)	n#=255 (%)	
Block 1 – Socioeconomic			
Familiar income per day (per capita**)**			<0.001
>=1.25/1.90 US dollars	54 (25.6)	157 (61.6)	
< 1.25/1.90 US dollars	157 (74.4)	98 (38.4)	
Maternal schooling (in years)			0.002
≥ 5	115 (54.5)	175 (68.6)	
<5	96 (45.5)	80 (31.4)	
Maternal work			0.011
Yes	86 (40.8)	134 (52.6)	
No	125 (59.2)	121 (47.4)	
Block 2 - Environmental characteristics and family composition			
Number of children aged <12 y in the household			0.002
1 - 3	112 (53.1)	171 (67.1)	
4 - 16	99 (46.9)	84 (32.9)	
Number of people per dormitory			0,001
0 - 5	152 (72,0)	213 (84,5)	
6 - 23	59 (28,0)	39 (15,5)	
Sanitation conditions*****			0.008
Better	155 (73.5)	213 (83.5)	
Worse	56 (26,5)	42 (16.5)	
Block 3 - Production of food for the family's own consumption			
Number of items produced			0,05
3 - 6 items	156 (73,9)	211 (82,8)	
0 - 2 items	55 (26,1)	44 (17,2)	
Block 4 - Gestational characteristics			
Maternal height (in cm)			<0.033
149,2 - 172,6	150 (71.1)	203 (79.6)	
132,8 - 149,1	61 (28.9)	52 (20.4)	
Number of prenatal appointments			<0.001
0 - 3	151 (71.9)	64 (25.1)	
4 - 15	59 (28.1)	191 (74.9)	
Place of birth			<0.001
Hospital or maternity	134 (63,5)	219 (85,9)	
At home	77 (36.5)	36 (14,1)	

*Better conditions (value above the median of the sum of the categories of variables evaluated);
#Differences in the total value presented correspond to the absence of information for the variable in question.

Table 1. General characteristics of children aged <5 years living in **urban area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon (Continuation)

Characteristic	Survey year (urban area)		
	2005	***2012***	***P***
	n*=211 (%)	n*=255 (%)	
Block 5 - Infant feeding practices			
Duration of exclusive breastfeeding (in days)			0.007
30 - 180	100 (47.4)	153 (60.0)	
<30 and >180	111 (52.6)	102 (40.0)	
Block 6 - Child access to health care services			
Use of antihelminthics over the past 6 months			0,041
Yes	95 (45,0)	139 (54,5)	
No	116 (55,0)	116 (45,5)	

*Better conditions (value above the median of the sum of the categories of variables evaluated);
#Differences in the total value presented correspond to the absence of information for the variable in question.

Table 2 describes the characteristics of the study participants from the rural area in the studied period. Different from what was observed for the urban area, there was a decrease in the purchasing power of the families (verified through the presence of goods available at home), greater difficulty in accessing water, and an increase in the size of families. There was also a reduction in bean production, livestock, and maternal height, in addition to an increase in alcohol consumption during pregnancy.

Table 2. General characteristics of children aged <5 years living in **rural area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon

	Survey year (rural area)		
	2005	***2012***	***P***
	n#=267 (%)	n#=583 (%)	
Block 1 – Socioeconomic			
Purchasing power of families			<0.002
Higher	162 (60.7)	282 (48.3)	
Lower	105 (39.3)	301 (51.6)	
Maternal work			<0.001
Yes	73 (27.3)	82 (14.1)	
No	194 (72.7)	501 (85.9)	
Block 2- Environmental characteristics and family composition			
Access to water			<0.001
No lack of water	260 (97.4)	510 (87.5)	
Lack often/rarely	7 (2.6)	73 (12.5)	

#Differences in the total value presented correspond to the absence of information for the variable in question.

Table 2. General characteristics of children aged <5 years living in **rural area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon (Continuation)

	Survey year (rural area)		
	2005	***2012***	***P***
	n#=267 (%)	n#=583 (%)	
Block 2- Environmental characteristics and family composition			
Agglomeration at home (people / dormitory)			0.033
0 - 5	134 (50.4)	244 (42.5)	
6 - 23	132 (49.6)	330 (57.5)	
Block 3 - Production of food for the family's own consumption			
Number of items produced			<0.001
3 - 6 items	219 (82.0)	290 (49.7)	
0 - 2 items	48 (18.0)	293 (50.3)	
Block 4 - Gestational characteristics			
Maternal height (in cm)			<0.001
149,2 - 172,6	121 (45.3)	165 (28.3)	
132,8 - 149,1	146 (54.7)	418 (71.7)	
Alcohol consumption during pregnancy			0.001
No	244 (91.4)	482 (82.7)	
Yes	23 (8.6)	101 (17.3)	
Block 5 - Infant feeding practices			
Introduction of cow's milk (days)			0.001
>180	22 (8.2)	100 (17.2)	
≤ 180	245 (91.8)	483 (82.8)	
Block 6 - Child access to health care services			
Wheezing/asthma in the last year			0.013
There was no wheezing	110 (41.2)	280 (48.0)	
There was wheezing but not asthma	121 (45,3)	203 (34.8)	
Wheezing with asthma diagnosis	36 (13.5)	100 (17.2)	

#Differences in the total value presented correspond to the absence of information for the variable in question.

3.2 Evolution of the prevalence of stunting

The overall prevalence of stunting increased by nearly 37%, from 35.8% (CI95%: 31.5; 40.3) in 2005 to 49.2% (CI95%: 45.7; 52.6) in 2012. However, there was a heterogeneous evolution, according to the area of housing (Figure 1). Children living in the urban area of the municipality were observed to show a decrease in the prevalence of stunting,

from 23.7% (CI95%: 18.1; 30.0) to 16.9% (CI95%: 12.5; 22.0) between the two periods evaluated (p=0.039). In contrast, those living in the rural area showed a rise on the stunting prevalence, from 45.3 (CI95%: 39.2; 51.5) to 63.3% (CI95%: 59.2; 67.2) (p<0,001) in the same period.

3.3 Variation of the frequency density curves of the height-for-age

The variation in the prevalence of stunting between the two surveys caused different effects in the two areas on the frequency density curve of the height-for-age. In the rural area an entire shift of the curve was observed to the left, while in the urban area there was a narrowing of its base and an increase in the number of cases around the mean (Figure 1).

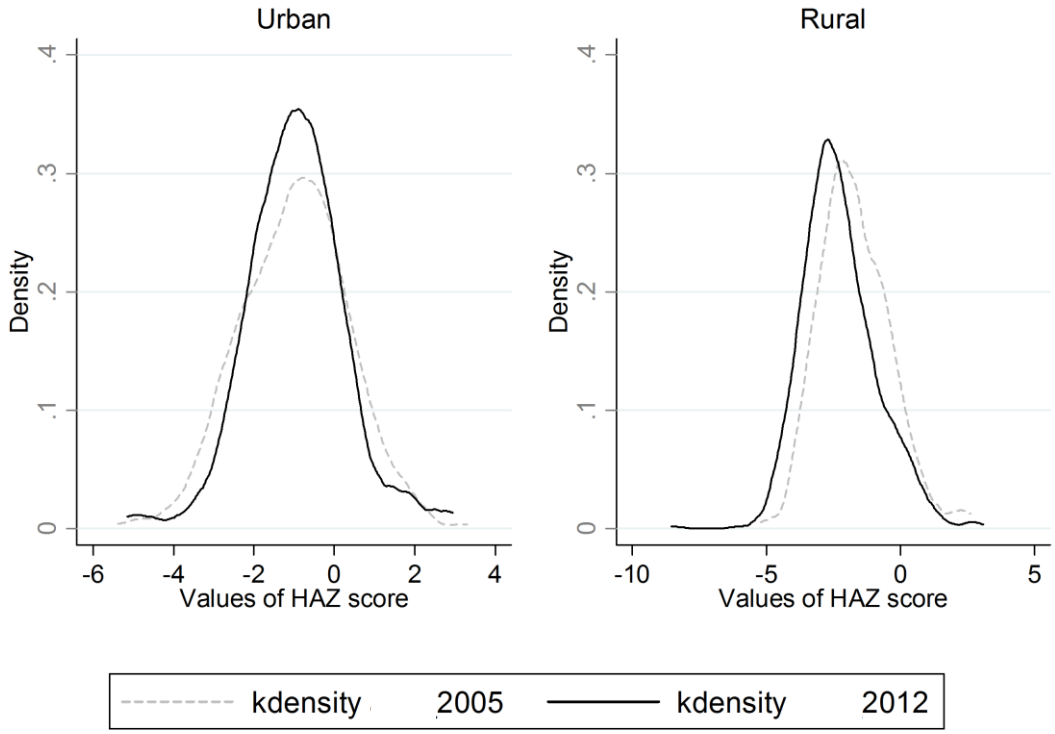


Figure 1 – Changes in the distribution of height for age Z score (HAZ) between 2005 and 2012 according to residence area of children in Jordão, western Brazilian Amazon

1.1 Factors associated with stunting according the area of residence

Table 3 presents the prevalence and factors associated with stunting in children from an urban area, according to study year, in the adjusted analysis. Comparing the periods, it was verified that children with higher income, those whose mothers had a higher level of education, and those who lived in families with fewer children had a lower risk of stunting. The risk of stunting was also lower among those who lived in more sanitary conditions, whose mothers were taller, and who had access to better gestation and delivery conditions. The longer the duration of breastfeeding also proved to be protective against stunting in both surveys for urban children. The variable "vaccination schedule updated" (Block 6) did not show temporal variation in the studied periods (p=0.076), and because of this, it was excluded from the modelling and was not shown in the table. The variables relating to "morbidities last year" (Block 7) also showed no statistically significant difference between the studies.

Table 3. **Prevalence** (%) and **adjusted prevalence ratios (PR)** for factors associated to stunting in children aged <5 years living in the **urban area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon

	Stunting prevalence by year of the survey (Urban area)							
	2005 (n=50)				2012 (n=43)			
	n	%	PR	95% CI	n	%	PR	95% CI
Block 1*– Socioeconomic								
Familiar income per day (per capita)		*p=0.08*				*p<0.01*		
>=1.25 US dollars	8	14.8	1.0		15	9.1	1.0	
< 1.25 US dollars	42	26.8	0.9	0.5; 1.9	28	31.1	2.2	1.2; 4.2
Maternal schooling (in years)		*p=0.09*				*p<0.01*		
≥ 5	22	19.1	1.0		19	10.9	1.0	
<5	28	29.2	1.3	0.8; 2.2	24	30.0	2.1	1.2; 3.8
Maternal work		*p=0.04*				*p<0.01*		
Yes	14	16.3	1.0		14	10.4	1.0	
No	36	28.8	1.8	1.0; 3.2	29	24.0	1.9	1.0; 3.4
Block 2 - Environmental characteristics and family composition								
Agglomeration at home (people / dormitory)		*p=0.15*				*p<0.01*		
0 - 5	32	21.0	1.0		23	10.8	1.0	
6 - 23	18	30.5	1.3	0.7; 2.3	18	46.2	1.6	0.9; 2.8

*Adjusted by sex, age and indigenous ancestry;
**Better conditions (value above the median of the sum of the categories of variables evaluated);

Table 3. **Prevalence** (%) and **adjusted prevalence ratios (PR)** for factors associated to stunting in children aged <5 years living in the **urban area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon (Continuation)

	Stunting prevalence by year of the survey (Urban area)							
	2005 (n=50)				2012 (n=43)			
	n	%	PR	95% CI	n	%	PR	95% CI
Block 2 - Environmental characteristics and family composition								
Number of children aged <12 y in the household		*p=0.07*				*p<0.01*		
1 - 3	21	18.8	1.0		14	8.2	1.0	
4 - 16	29	29.3	1.3	0.7; 2.2	29	34.5	1.8	0.8; 3.9
Sanitation conditions***		*p=0.04*				*p<0.01*		
Better	31	20.0	1.0		25	11.7	1.0	
Worse	19	33.9	1.6	0.9; 2.8	18	42.9	2.0	1.2; 3.3
Block 3 - Production of food for the family's own consumption		*p=0.99*				*p=0.28*		
0 - 2 itens	13	23.6	1.0		5	11.4	1.0	
3 - 5 itens	37	23.7	1.2	0.7; 2.1	38	18.0	1.3	0.6; 2.9
Block 4 - Gestational characteristics								
Maternal height (in cm)		*p<0.01*				*p<0.01*		
149,2 - 172,6	24	16.0	1.0		20	9.8	1.0	
132,8 - 149,1	26	42.6	2.3	1.5; 3.8	23	44.2	3.6	2.1; 5.9
Number of prenatal appointments		*p=0.01*				*p<0.01*		
4 - 15	6	11.1	1.0		23	12.8	1.0	
0 - 3	44	28.0	1.5	0.7; 3.2	20	26.3	1.6	1.0; 2.7
Place of birth		*p<0.01*				*p<0.01*		
Hospital or maternity	22	16.4	1.0		26	11.9	1.0	
At home	28	36.4	1.6	0.8; 2.5	17	47.2	1.8	1.0; 2.7
Block 5 - Infant feeding practices								
Duration of exclusive breastfeeding (in days)		*p<0.01*				*p=0.02*		
30 - 180	12	12.0	1.0		19	12.4	1	
<30 and >180	38	34.2	2.2	1.2; 4.2	24	23.5	1.7	1.0; 2.9
Block 6 - Child access to health care services								
Use of antihelminthics over the past 6 months		*p=0.07*				*p=0.07*		
No	28	29.5	1.0		18	13.0	1.0	
Yes	22	19.0	0.6	0.4; 0.9	25	21.6	1.1	0.6; 1.9

*Adjusted by sex, age and indigenous ancestry;
**Better conditions (value above the median of the sum of the categories of variables evaluated);

Table 4 shows the prevalence and factors associated with stunting in children from a rural area, according to study year, in the adjusted analysis. In the rural area, there was a higher nutritional risk among children living in the households with lower purchasing power,

who experienced greater difficulty in accessing water, who had greater population density, and who had less availability of beans and livestock. Children who had an early introduction to cow's milk and whose mothers were shorter also had a higher risk of stunting in both surveys. For the rural area, blocks 6 and 7 did not present a statistically significant difference after the multiple analyses, and, therefore, were not shown in the table.

Table 4. **Prevalence** (%) and **adjusted prevalence ratios (PR)** for factors associated to stunting in children aged <5 years living in the **rural area** according to the 2005 and 2012 surveys in Jordão, western Brazilian Amazon

	Stunting prevalence by year of the survey (rural area)							
	2005 (n=121)				2012 (n=369)			
	n	%	PR	95% CI	n	%	PR	95% CI
Block 1– Socioeconomic*								
Purchasing power of families		*p=0.13*				*p<0.01*		
Higher	60	41.1	1.0		72	50.7	1	
Lower	61	50.4	1.2	0.9; 1.6	297	67.4	1.3	1.1; 1.6
Maternal work		*p=0.57*				*p<0.01*		
Yes	31	42,5	1.0		40	48.8	1	
No	90	46,4	1.1	0.8; 1.5	329	65.7	1.3	1.0; 1.6
Block 2 - Environmental characteristics and family composition								
Access to water		*p=0.03*				*p<0.01*		
No lack of water	115	44.2	1.0		312	61.2	1.0	
Lack often/rarely	6	85,7	1.8	1.2; 2.7	57	78.1	1.2	1.1; 1.4
Agglomeration at home (people / dormitory)		*p=0.07*				*p<0.01*		
0 - 5	53	39.5	1.0		127	52.1	1	
6 - 23	67	50.8	1.3	0.9; 1.6	236	71.5	1.4	1.2; 1.6
Block 3 - Food production for the family's own consumption		*p=0.02*				*p<0.01*		
3 - 5 itens	92	42.0	1.0		148	51.0	1	
0 - 2 itens	29	60.4	1.4	1.0; 1.9	221	75.4	1.4	1.2; 1.6
Block 4# - Gestational characteristics								
Maternal height (in cm)		*p<0.01*				*p<0.01*		
149,2 - 172,6	31	25.6	1.0		60	36.4	1.0	
132,8 - 149,1	90	61.6	2.2	1.6; 3.1	309	73.9	1.7	1.4; 2.1
Alcohol consumption during pregnancy		*p=0.12*				*p<0.01*		
No	107	43.8	1.0		291	60.4	1.0	
Yes	14	60.9	1.4	1.0; 2.0	78	77.2	1.3	1.1; 1.4

*Adjusted by sex, age and indigenous ancestry;

#Adjusted by prenatal care

1.1 Population impact fraction of the factors associated with the evolution of stunting

The relative participation (%) of different factors in the decline of the stunting prevalence between the 2005 and 2012 surveys according to the area of residence is presented in Figure 2. Their values estimate the relative reduction in the prevalence of malnutrition expected in each period, assuming that the set of factors studied maintained the same trend through both evaluations. A reduction of 28.7% in the prevalence of stunting in the urban area was observed, with the variable prenatal care showed the highest PIF for this reduction (18.8%), followed by poverty reduction (17.5%), and improvement in birth conditions (11.9%). In the rural area, there was a 39.7% increase in the prevalence of stunting, with a drop in food production for the family's consumption (12.1%) showing the highest PIF, followed by reduction in the maternal height (10.5%), and purchasing power of the families (7.5%). The maternal height, maternal work, number of children in the household, and family size were the variables that were shown to be associated to the temporal variation in the prevalence of stunting in both areas investigated. Among these variables, we highlight that "maternal height" presented the highest FIP in both areas (10.7: urban and 10.5%: rural). However, it has opposite exposure and effect trends for each area studied.

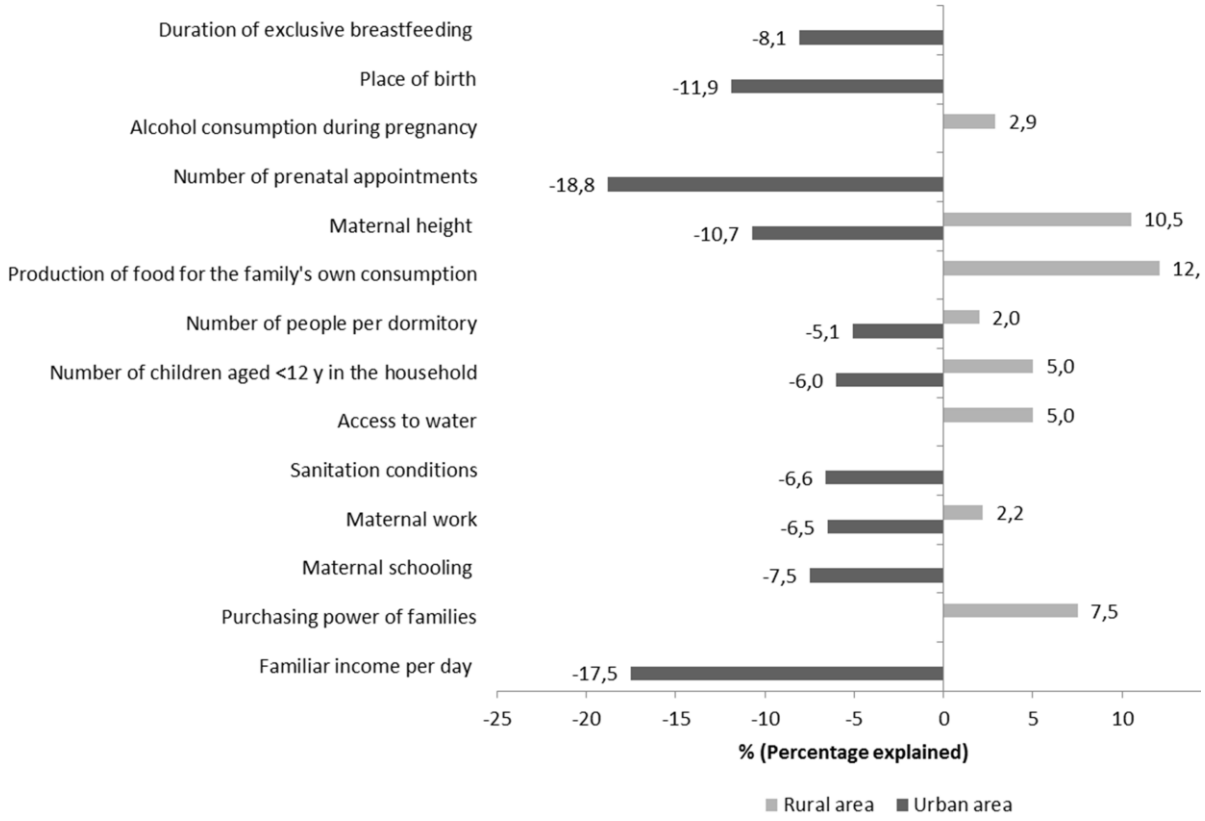


Figure 2 – Relative participation (%) of different factors in the decline of the stunting prevalence between the 2005 and 2012 surveys by residence area in Jordão, western Brazilian Amazon

4. DISCUSSION

In our study, the difference in the temporal variation of the prevalence of stunting between different residential settings shows the impact of socioenvironmental conditions on the growth process in the initial years of a child's life (Jelenkovic et al., 2016), as well as the difficulty of extending interventions to promote healthier growth in rural contexts, such as in the interior of the Brazilian Amazon. Notably, an urbanized lifestyle with greater access to goods and services, even in a town with rural characteristics affects significantly stunting prevalence, with positive effects on height achieved in the initial years of the child's life.

The great difficulty of accessing goods and services restricts and even nullifies their beneficial effect. Further, the difficulty of access may lead to a reversal of this effect, such as when long-distance travel is necessary to access prenatal consultation. These logistical difficulties associated with the **perpetuation** of poverty, limitations in the expansion of primary health care services, sanitation (and consequent increase in morbidities), and a low level of family food production can be identified as important factors for the maintenance of a high stunting prevalence in the Amazon, especially in rural areas (Brasil, Ministério da Saúde, 2009). Indeed, in some regions of Africa, an increase has been observed (United Nations, UN, 2016).

The behaviour of the frequency density curves of the height-for-age in the z-score observed in the urban area calls attention to the convergence of its values. This may indicate a maximum potential growth reach for this context. Still, for this area of residence, the structural modifications verified in the municipality favoured an increase in the stature of children who were at greater nutritional risk, while those with higher scores showed a slight decrease in the growth, reducing the disparity between the two groups. On the other hand, the changes observed in the rural area reached markedly negative way children that were closer to the reference values and those with severe deficits.

In the present study, for the urban area, access to health services played a central role, especially in promoting improvements in gestation and childbirth conditions, contributing with ~30.0% of the reduction observed in the stunting prevalence. These findings are similar to those of other studies performed in Brazil (Monteiro et al., 2009) and Nepal (Headey & Hoddinott, 2015) and reinforce the relevance of primary health care (Headey, Hoddinott & Seollee, 2016). Studies show that access to basic health services, and specifically to the Family Health Strategy in Brazil, contributes to a reduction in inequities (Sousa, 2008),

especially among families and communities living in poverty (Jaime, Silva, Lima & Bortolini, 2011).

In this study, a lower number of variables presented a statistically significant difference in the distribution of their frequencies when comparing the 2005 and 2012 surveys for the rural area. These results are consistent with the increase in the prevalence of stunting verified in this setting. The reduction in the production of beans and animal rearing (chicken, pig, and cattle), which are foods of high nutritional value, contributed sharply to the increase in the prevalence of stunting in Jordão. This reveals the importance of actions that strengthen family agriculture especially in the context of a rural area with a high prevalence of food insecurity (Lassi, Das, Zahid, Imdad & Bhutta, 2013). These results may indicate a supply crisis in this region of the Amazon, which is of concern since the reduction in protein consumption is an important environmental factor in determining the height reached (Jelenkovic et al., 2016) and has repercussions on the human capital of this region.

We observed in our study that access to food, especially of animal origin, is complex since many families cannot travel often to the urban area of the municipality. Moreover, because there is no electricity, storage capacity is limited, further aggravating the supply problem. Among the objectives of sustainable development are to reduce hunger, ensure food security, promote sustainable agriculture, and to combat inequalities between urban and rural areas (United Nations, UN, 2016). From this perspective, understanding the dynamic of food production in vulnerable regions of developing countries is important to advance the post-2015 agenda and to ensure compliance by 2030.

In both areas investigated, the variables related to the gestation of children, namely prenatal care and alcohol use during pregnancy, were associated with temporal trends in the prevalence of stunting. Fetal growth and birth weight, as its culmination, directly influence stunting, showing the contribution of prenatal factors to this outcome (Christian et al., 2013).

Example of this are the countries of Asia and Africa that have high rates of low birth weight (Yajnik et al., 2003; Martorell et al., 2010) and the highest prevalence of stunting (Black et al., 2008). These findings reinforce the importance of early interventions that ensure adequate health and nutrition conditions for women, from the moment of the decision to conceive, throughout pregnancy, and after childbirth; this period is a window of opportunity for interventions that aim to improve the infant's nutritional status (Sania et al., 2015).

By contributing to central factors of the growth process, such as the genetic potential of the child's growth and intrauterine growth restriction, the findings of the present study seem to indicate that changes in maternal height influenced pregnancy outcomes by reducing growth retardation and the occurrence of perinatal events such as low birth weight. Considering that the time interval studied is short, genotypic variations cannot explain these differences (Silventoinen, 2003). As is already established in the scientific literature, height is an important indicator of net nutritional gains and improvements in socioenvironmental conditions (Perkins, Subramanian, Davey Smith & Özaltin, 2016). Maternal height, specifically, is recognised as a key predictor of the height attained by a child, as well as being associated with cognitive, communicative, and motor development (Sudfeld et al., 2015).

The results of the present study should be considered in the light of some limitations. First, the number of children surveyed residing in the urban area of the municipality limits the amount of variables for model adjustment. Despite this, the final adjustment of the model for this area was better than the one verified in the rural area that presented a larger number of children. The exposure variables were used in the dichotomous format to maximize the sample size. Another point to be considered, although well known, is that the results of PIF, as well as other measures of impact in epidemiological studies, can result in the sum of the fractions exceeding 100%. Thus, the PIF results presented should be considered as simple approximations of reality, due to the analytical challenges, such as the non-weighting of the

frequencies of exposures. Nevertheless, they contribute to the understanding of the evolution of the prevalence of stunting in a context such as the one studied. The strategy of using hierarchical analysis limits this effect, since the intra and inter-block adjustment assists in the control of effect overlap.

In conclusion, the current study measured the impact of changes in socioeconomic status, health, environment, morbidity, and access to health services on child growth over a seven-year period. In the urban area, our results suggest that much of the improvement in child nutrition is due to the improvement in access to health services, especially during and after pregnancy, which is associated with a reduction in poverty and withdrawal of an expressive number of indigence families, showing a great effect in a relatively short period of time. It is noteworthy that the revolutionary improvements in access to primary health care with a focus on prenatal care promote critical and timely care in early life. We identified considerable gains in sanitation, with almost universal access to treated water, and ample improvements in the condition and expansion of access to toilets and septic tanks. In contrast, for the rural area, the expansion of poverty was associated with restricted food production and reduced maternal height, markedly impacting the infant population, and the associated difficult access to the public health services that contributed to child growth seen in the urban area.

KEY MESSAGES

- The Amazon region has the highest prevalence of stunting in Brazil, with locations and some population segments, such as Indigenous people, presenting a prevalence of stunting similar to those observed in South Asia, which has the highest global prevalence of stunting.
- Logistical difficulties associated with the **perpetuation** of poverty, limitations in the expansion of primary health care services, sanitation, and a low level of family food

production can be considered as important factors for the maintenance of a high prevalence of stunting in the Amazon region, especially in the rural setting.

- The increase in the prevalence of stunting in rural areas should be seen as a priority, given the expansion of its prevalence in this population segment in some parts of the world, especially among riverine children.
- Maternal health and nutrition, as well as their material living conditions, have a key role in combating stunting in children serving as a window of opportunity to reduce the magnitude of this problem around the world.

REFERENCES

Araújo, T. S., Oliveira, C. S. M., Muniz, P. T., Silva-Nunes, M., Cardoso, M. A. (2016). Child undernutrition in one of the cities with greater nutritional risk in Brazil: population-based study in the Western Brazilian Amazon. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 19, 554-566.

Batista, F. M., Rissin, A. (2003). A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Caderno de Saúde Pública*, 19, S181-S191.

Benício, M. H., Martins. A. P., Venâncio, S. I., Barros, A. J. (2013). Estimates of the prevalence of child malnutrition in Brazilian municipalities in 2006. *Revista de Saúde Pública*, 47, 560-570.

Black, R. E., Allen, L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., De Onis, M., Ezzati M, …, Rivera, J., for the Maternal and Child Undernutrition Study Group. (2008). Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet*, 371, 243–260.

Brasil (Ministério da Saúde). 2009. Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – *PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança.* Brasilia: Ministério da Saúde, 302. Portuguese. Available at:

http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/pesquisa_demografia.pdf. (Accessed 18 November 2016)

Buccini, G. S. (2017). Temporal trends of pacifier use and its influence on the exclusivebreastfeeding in Brazil, 1999-2008 [thesis]. São Paulo (BR): Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Christian, P., Lee, S. E., Donahue, A. M., Adair, L. S., Arifeen, S. E., Ashorn, P.,.., Black R. E. (2013). Risk of childhood undernutrition related to small-for-gestational age and preterm birth in low- and middle-income countries. *International Journal of Epidemioly*, 42, 1340-1355.

De Onis, M., Dewey, K. G., Borghi, E., Onyango, A. W., Blossner, M., Daelmans, B., …, Branca, F. (2013). The World Health Organizations global target for reducing childhood stunting by 2025: rationale and proposed actions. *Maternal & Child Nutrition,* 9, 6–26.

Filmer, D., Pritchett, L. H. (2001). Estimating wealth effects without expenditure data-or tear: an application to educational enrolments in states of India. *Demography,* 38, 115-132.

Global Nutrition Report (2015). *Tracking progress strengthening accountability reducing malnutrition faster.* Available at: http://www.globalnutritionreport.org/the-data/nutrition-country-profiles/2015-country-profiles-africa/ (Accessed 13 December 2016)

Gough, E. K., Moodie, E. E., Prendergast, A. J., Ntozini, R., Moulton, L. H., Humphrey, J. H., ..., Manges, A. R. (2016). Linear growth trajectories in Zimbabwean infants. *The American Journal of Clinical Nutrition,* 104, 1616-1627.

Headey, D. D., Hoddinott, J. (2015). Understanding the Rapid Reduction of Undernutrition in Nepal, 2001-2011. *PLoS One*, 10, 1-13.

Headey D., Hoddinott J., Park S. (2016). Drivers of nutritional change in four South Asian countries: a dynamic observational analysis. *Maternal Child & Nutrition*, 1, S210- S218.

Horta, B. L., Santos, R. V., Welch, J. R., Cardoso, A. M., Santos, J. V., Assis, A. M., ... Coimbra, C. E. J. (2013). Nutritional status of indigenous children: findings from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition in Brazil. *International Journal for Equity in Health*, 12, 1-13.

Ikeda, N., Irie, Y., Shibuya, K. (2013) Determinants of reduced child stunting in Cambodia: analysis of pooled data from three demographic and health surveys. *Bulletin of the World Health Organization*, 91, 341-349.

Imada, K. S., Araújo, T. S., Muniz, P. T., Pádua, V. L. (2016). Socioeconomic, hygienic, and sanitation factors in reducing diarrhea in the Amazon. *Revista de Saúde Pública*, 50, 1-10.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. (2010). Demographic Center. Results of the universe related to the characteristics of the population and households. Rio de Janeiro, n.18. Available at: http://www.ibge.gov.br/indigenas/indigena_censo2010.pdf. (Accessed 25 August 2013)

Jaime, P. C., Silva, A. C., Lima, A. M. C., Bortolini, G. A. (2011) Ações de alimentação e nutrição na atenção básica: a experiência de organização no Governo Brasileiro. *Revista de Nutrição*, 24, 809-824.

Jelenkovic, A., Sund, R., Hur, Y. M., Yokoyama, Y., Hjelmborg, J. V., Möller,..., Silventoinen, K. (2016). Genetic and environmental influences on height from infancy to early adulthood: An individual-based pooled analysis of 45 twin cohorts. *Scientific Reports*. 6, 1-13

Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., Morgenster, H. (1982). *Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods. New York: Van Nostrand Reinhold Company. Measures of potential impact a summary of the measures.* 159-180.

Lassi, Z. S., Das, J. K., Zahid, G., Imdad, A., Bhutta, Z. A. (2013). Impact of education and provision of complementary feeding on growth and morbidity in children less than 2 years of age in developing countries: a systematic review. *BMC Public Health*, 13, 3- 13.

Lima, A. L., Silva, A. C., Konno, S. C., Conde, W. L., Benicio, M. H., Monteiro, C. A. (2010). Causes of the accelerated decline in child undernutrition in Northeastern Brazil (1986-1996-2006). *Revista de Saúde Pública*, 44, 17-27.

Martorell, R., Horta, B. L., Adair, L. S., Stein, A. D., Richter, L., Fall, C. H, ...,Victora, C. G. (2010). Weight gain in the first two years of life is an important predictor of schooling outcomes in pooled analyses from five birth cohorts from low- and middle-income countries. *The Journal of Nutrition*, 2, 348–354.

Monteiro, C.A., Benicio, M.H., Konno, S.C., Silva, A.C., Lima, A.L., Conde, W.L. (2009). Causes for the decline in child under-nutrition in Brazil, 1996-2007. *Revista de Saúde Pública*, 43, 35-43.

Olinto, M.T.A., Victora, C.G., Barros, F.C., Tomasi, E. (1993). Determinantes da desnutrição infantil em uma população de baixa renda: um modelo de análise hierarquizado. *Cadernos de Saúde Pública*, 9, S14‑S27.

Perkins, J. M., Subramanian, S. V., Davey Smith, G., Özaltin, E. (2016). Adult height, nutrition, and population health. *Nutrition Reviews*, 74, 149-165.

Sania, A., Spiegelman, D., Rich-Edwards, J., Hertzmark, E., Mwiru, R.S., Kisenge, R., ... Fawzi W.W. (2015). The contribution of preterm birth and intrauterine growth restriction to childhood undernutrition in Tanzania. *Maternal & Child Nutrition*, 11, 618-630.

Sousa, M. F. (2008). O Programa saúde da família no Brasil: análise do acesso à atenção básica. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 61:153-158.

Silventoinen K. (2003). Determinants of variation in adult body height. Journal of Biosocial Science, 35, 263-285.

Sudfeld, C. R., McCoy, D. C., Fink, G., Muhihi, A., Bellinger, D. C., Masanja, H., ... Fawzi, W. W. (2015). Malnutrition and Its Determinants Are Associated with Suboptimal Cognitive, Communication, and Motor Development in Tanzanian Children. *The Journal of Nutrition*, 145, 2705-2714.

United Nations Development Program (UNDP). (2013). Atlas of Human Development in Brazil. Available at:

http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx. (Accessed 18 November de 2016).

United Nations (UN) General Assembly. (2016). Sustainable development knowledge platform. Rural Development. Available at:

https://sustainabledevelopment.un.org/topics/ruraldevelopment. (Accessed 22 July 2016)

Victora, C. G, Aquino, E. M. L., Leal, M. C., Monteiro, C. A., Barros, F. C., Szwarcwald, C. L.(2011). Saúde de mães e crianças no Brasil: progressos e desafios. *Lancet*, 6736, 32-46.

World Health Organization (WHO). (2014). Comprehensive implementation plan on maternal, infant and young child nutrition. Geneva: WHO. Available from: http://www.who.int/nutrition/publications/CIP_document/en/(Accessed 18 November 2016).

World Health Organization (WHO). (1995). *Physical status: the use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status*. WHO Technical Report Series, 854. Geneva: WHO.

World Health Organization (WHO). (2006). *Length/Height-for-Age, Weight-for-Age, Weight-for-Length, Weight-for-Height and Body Mass Index-for-Age: Methods and Development***.** Geneva: WHO. Available at:

http://www.who.int/childgrowth /standards/Technical_report.pdf. (Accessed 18 July 2016).

Yajnik, C. S., Fall, C. H., Coyaji, K. J., Hirve, S. S., Rao, S., Barker, ..., Kellingray, S. (2003). Neonatal anthropometry: the thin-fat Indian baby. (2003). The Pune Maternal Nutrition Study. *International Journal of Obesity and related Metabolic Disorders*, 27, 173–180.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are profoundly grateful to all the children and their families who participated in the study and all population of the county by the welcome. We also thank to the health professionals of Polo Indigenous of Health, to the Pastoral of Children as well as our fieldwork research team for their valuable collaboration in this study.

SOURCE OF FUNDING

The present study was funded by the Ministry of Health of Brazil with administrative and financial management by the National Counsel of Technological and Scientific Development, (CNPq - http://cnpq.br/); State Department of Health of Acre (SESACRE - www.saude.ac.gov.br/); Technology Foundation of the State of Acre (FUNTAC - www.funtac.ac.gov.br/), PPSUS notice – PROJ0551141, Process nº 0037309-4/2010. The views expressed in this manuscript are those of the authors and not necessarily reflect those of any funding agencies or others whose support is acknowledged. The funders had no role in the design, analysis or in the writing of this paper.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflicts of interest.

CONTRIBUTIONS

TSA designed and conducted the study, conducted the data analysis, interpreted results, and wrote the initial version of the manuscript; CSMO participated in fieldwork, data interpretation and was involved in the review of the manuscript. MHDB and GSB participated in statistical data analyses. EOM and KSI participated in fieldwork, data processing and reviewed the manuscript. MSN participated in data collection, data interpretation and was involved in the review of the manuscript; PTM contributed to the study design, data collection and was responsible for project management in the first study; FCN participated in data interpretation, reviewed data analysis and final version of manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

4.2 ARTIGO 2

Preâmbulo

Neste capitulo é apresentado artigo original não submetido para publicação que atende ao segundo objetivo especifico desta tese: **“Analisar a variação espacial das prevalências e odds ratio de desnutrição e seus fatores associados por meio de uma abordagem semi-paramétrica”.** Este manuscrito foi elaborado com base nas regras de submissão da *Revista de Saúde Pública*.

Desnutrição infantil na paisagem Amazônica: modelagem espacial em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil

T. S. Araújo, C. S. M. Oliveira, F. Chiaravalloti-Neto

Artigo original em fase preliminar de preparação

Desnutrição infantil na paisagem Amazônica: modelagem espacial em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil

Thiago Santos de Araújo[1,2], Cristieli Sérgio de Menezes Oliveira[1,3], Francisco Chiaravalloti Neto[2*]

Afiliações dos autores:

[1]Centro de Ciências da Saúde e do Desporto, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil

[2]Departmento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

[3]Programa de Nutrição em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

Autor correspondente: F. Chiaravalloti Neto. Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. Avenida Dr. Arnaldo 715, São Paulo, SP,01246-904, Brasil. E-mail: franciscochiara@usp.br (FCN).

Número de palavras: resumo: 299
Texto principal: 5.278
Número de referências: 32
Número de tabelas: 4
Número de figuras: 3

Resumo

Objetivo: Identificar a variação espacial das prevalências e odds ratio de desnutrição e seus fatores associados por meio de uma abordagem semi-paramétrica.

Métodos: Estudo transversal de base populacional conduzido em 2012 com amostra probabilística de 838 crianças < 5 anos residentes na área urbana e rural da Amazônia Brasileira. Um questionário semiestruturado foi aplicado e realizou-se avaliação antropométrica e obtenção das coordenadas geográficas dos domicílios. Foram calculadas as prevalências de desnutrição (déficits de altura para idade <-2 escore z) segundo aglomerados de residências e realizada a modelagem do tipo modelo aditivo generalizado (GAM: generalized additive model), com estratégia de seleção hierárquica das variáveis, rodado no Programa R, versão 3.0.2, e utilização da biblioteca EPIGAM. Com isso, foram gerados mapas temáticos das odds ratio espacial de desnutrição além da identificação dos fatores associados ao desfecho.

Resultados: Foram identificadas regiões de maior odds ratio espacial (OR=4 e OR=3; p<0,01) de desnutrição concentradas, sobretudo, nas áreas localizadas próximas à cabeceira dos rios Jordão e Tarauacá, áreas mais distantes e de mais difícil acesso a área urbana do município. A modelagem espacial permitiu identificar variáveis para além das coordenadas geográficas interferindo no crescimento linear infantil em três níveis de determinação. Escolaridade materna inferior a três anos de estudo (OR=3,2; IC95%=2,4;4,3), residir em área rural (OR=9,8; IC95%=7,4;13,0), consumo de álcool durante a gestação (OR=3,0; IC95%=2,7; 3,3) e pneumonia no último ano (OR=2,1; IC95%=1,9;2,3), ajustados pelo espaço, se destacam como fatores associados à desnutrição infantil (déficit de estatura para idade< - 2 HAZ).

Conclusão: Os achados do presente mostram a importância das condições de acesso aos serviços públicos e bens presentes nas áreas urbanas e que as condições sociais possuem na

determinação da desnutrição no interior da Amazônia. Além disso, fatores distais, como escolaridade materna e residência em área rural, intermediárias, como consumo de álcool na gravidez, e proximais, como pneumonia, revelaram-se associados à desnutrição. O uso das técnicas de análise espacial possibilitou a identificação de áreas de maior vulnerabilidade para a desnutrição além de permitir a avaliação da dependência espacial deste desfecho na modelagem realizada.

Palavras-chaves: desnutrição infantil, antropometria, Amazônia, distribuição espacial, criança, estado nutricional.

Introdução

A desnutrição infantil, após o cumprimento da meta do objetivo de desenvolvimento do milênio de reduzir à metade a prevalência desse agravo no Brasil (Monteiro et al., 2009), é atualmente considerada um problema de saúde pública localizado e adscrito a determinados espaços do território nacional e a alguns segmentos populacionais específicos (Brasil, 2008; Horta et al., 2013).

Nessa perspectiva, o estudo desse fenômeno a partir da análise espacial é uma estratégia importante para o entendimento do processo de formação de aglomerados espaciais e sociais da doença. Isto porque barreiras físicas, socioculturais, comportamentais e genéticas podem interferir na sua formação (Araújo et al., 2016; Black et al., 2013). Assim, sua identificação é um elemento importante para a compreensão da estrutura epidemiológica e de sua dinâmica de modificação no cenário amazônico, uma vez que forças contrarias parecem impedir a ação de iniciativas conhecidamente protetoras para redução de desnutrição infantil, em parte dessa região (Bhuta, 2008)

Embora vários fatores de risco para a desnutrição tenham sido identificados (Black et al., 2013), as prevalências populacionais desse desfecho são determinadas por uma interação complexa de fatores biológicos, sociais, ambientais, culturais e os relacionados aos serviços públicos e bens disponíveis que coletivamente criaram, durante décadas, um ambiente adverso para manutenção de um crescimento adequado como, por exemplo, no interior da Amazônia. Uma vez que, estes fatores apresentam forte relação com o local onde vive a criança (Gebreyesus et al., 2016; Nucci et al., 2012), é fundamental estudar a distribuição espacial da desnutrição. Além disso, o estudo de uma área de elevada frequência de desnutrição permite investigar internamente como se comportam as prevalências desse agravo no interior da Amazônia, região aparentemente homogênea em termos ambientais.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e as técnicas de análise espacial vêm sendo utilizados para investigações de ambientes alimentares produtores de desfechos nutricionais como a obesidade (Charreire et al., 2010), contudo, têm sido pouco exploradas na investigação da desnutrição infantil (Haile et al., 2016). Os estudos brasileiros que abordam este tema têm se restringido ao mapeamento das prevalências (Batista Filho e Rissin, 2003), não levando em conta as coordenadas geográficas dos locais de moradia bem como a existência de dependência espacial neste tipo de fenômeno. No cenário atual da desnutrição, a utilização dessa abordagem metodológica se torna um instrumento auxiliar importante para o entendimento da formação desses agregados de casos de desnutrição. Nessa perspectiva, o presente estudo investigou a distribuição espacial da desnutrição infantil e fatores associados em Jordão, Estado do Acre, município que foi considerado o de maior risco nutricional do Brasil, em estudo realizado com dados do censo do ano de 2000 (Benício et al., 2013).

Metodologia

Área, desenho e população de estudo

O município de Jordão localiza-se no Estado do Acre, na latitude 9° 26′ 2″ S e longitude 71° 53′ 2″ W região Norte do Brasil (Figura 1). O município tem a maior altitude do seu Estado, com 278 metros, o que contribui para o registro de temperaturas < 15°C no inverno, valores considerados baixos em relação as suas médias anuais em torno de 28.5ºC (http://www.jordao.ac.gov.br/novo_site/index.php?nivel=1&exibir=secoes&ID=1).

Trata-se de um estudo transversal de base populacional realizado com crianças menores de cinco anos (n=836) residentes na zona urbana e rural do munícipio, nos meses de janeiro a

março de 2012. Foi utilizada uma amostra probabilística e representativa das crianças, descrita em maiores detalhes em artigo de Imada et al., (2016).

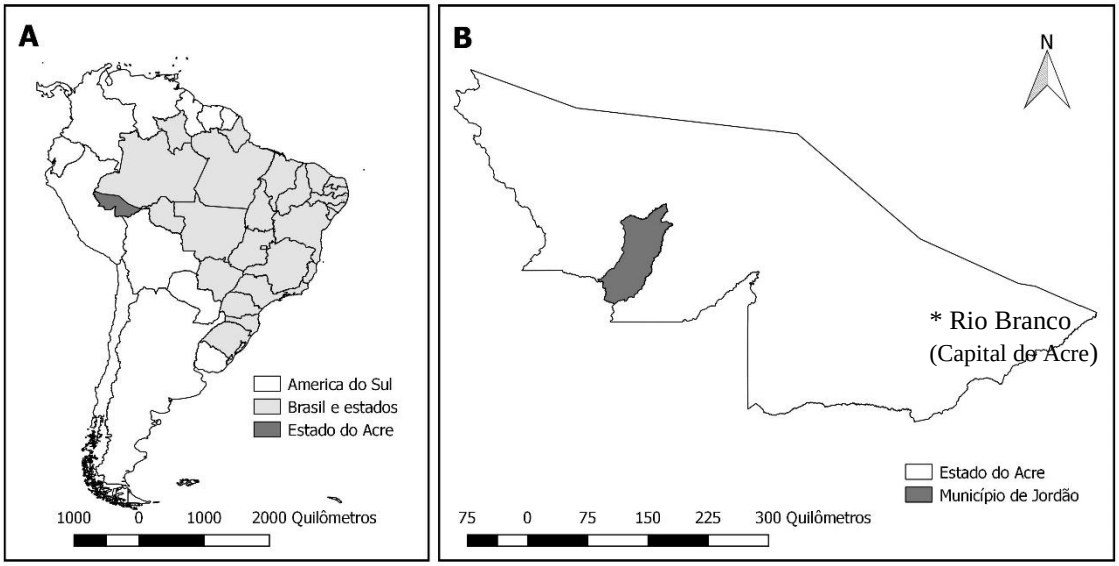


Figura 1. Localização do município de Jordão em relação ao Estado do Acre (B), e do Estado do Acre em relação ao Brasil e América do Sul (A).

A área de estudo possui dois rios principais que cortam o município, são eles: o Rio Tarauacá de maior extensão, que liga Jordão ao município de mesmo nome – Tarauacá, e o Rio Jordão, com a população do município localizando-se predominantemente em suas margens. Em 2010, a população do município era de 6.577 habitantes, predominantemente rural (~65%) e contava com 1.143 crianças menores de cinco anos (IBGE, 2016). O município não possui acesso por via terrestre.

O município de Jordão apresenta um núcleo urbano que oficialmente não possui divisão por bairros. Apesar disso, foi possível identificar 45 aglomerados de residências. A população do município foi organizada pela Estratégia de Saúde da Família em 13 microáreas de saúde (quatro microáreas de saúde na zona urbana e nove na zona rural). A população indígena residente na área rural do munícipio se divide em 32 comunidades, localizadas sobretudo no Rio Jordão. Um de seus núcleos urbanizados, localizado no Rio Murú (*Seringal Novo Porto*), compondo uma comunidade com aproximadamente 28 famílias, não pôde ser avaliado, pois o

ramal de acesso estava fechado por causa da chuva, dificultando o alcance a estas famílias. Das 32 comunidades indígenas identificadas no município, cinco se localizavam no médio Rio Tarauacá e 27 no Baixo (12 comunidades) e Alto Rio Jordão (15 comunidades).

Avaliação antropométrica e variável dependente

Foi calculado o índice antropométrico altura para idade (A/I) utilizando se o programa Antro da Organização Mundial de Saúde (OMS). As medidas antropométricas de peso e altura/comprimento foram obtidas seguindo os procedimentos recomendados (WHO, 1995) e foi conduzida por pesquisadores treinados, em duplicata. Medidas com diferenças maiores de 1cm no altura/comprimento foram repetidas. O cálculo do índice foi realizado pelo critério escore Z utilizando a média das duas alturas/comprimento. Foram consideradas desnutridas as crianças com valores de déficits de altura para idade iguais ou inferiores a -2 escore Z em relação à curva padrão de referência (WHO, 2006). A medida de déficits de A/I, construída dessa maneira, foi utilizada como desfecho principal deste estudo.

Coleta de dados socioambientais, de saúde e alimentação (variáveis independentes)

As variáveis foram obtidas através de questionários estruturados em entrevistas domiciliares às mães ou responsáveis pelas crianças. Foram coletadas informações sobre sexo, idade e ascendência indígena além da renda familiar em reais, bens de consumo duráveis presentes no domicílio, trabalho e escolaridade materna. Também foi verificada a zona de moradia, composição familiar (nº de pessoas residentes na casa e o número de crianças menores de 12 anos) e as características do domicílio (material utilizado para a construção). Já as condições de saneamento do local onde a família reside foi avaliada através da procedência

da água utilizada (rede pública, rio/igarapé, poço/nascente e chuva), destino do lixo (coleta, queima, enterra, joga em área aberta ou rio), vaso sanitário (não possui, vaso de cerâmica com descarga, vaso sem descarga e latrina) e destino do esgoto (fossa séptica, fossa negra, vala a céu aberto e rio/igarapé).

Complementarmente foram obtidas informações sobre a produção de alimentos (plantação de feijão, mandioca, milho, arroz) e criação de animais (galinha, porco e boi), além da disponibilidade de caça e pesca. Informações reprodutivas maternas também foram medidas como a idade, altura e número de gestações além daquelas acerca da realização de consulta pré-natal, diagnóstico de pressão alta e consumo de álcool na gestação da criança menor de cinco anos avaliada.

Georreferenciamento

Foi realizado o georreferenciamento dos domicílios de todas as crianças investigadas com base nas coordenadas geográficas do sistema Lat/Lon hddd°mm.mmm', Datum WGS 84, obtidas utilizando um sistema de posicionamento global eTrex (Garmin International, Olathe, EUA), com precisão de cinco metros. Este procedimento foi realizado no programa QGIS versão 2.14 (referência). Os mapas, inicialmente em projeção geográfica (Datum WGS 84), foram transformados para projeção plana (UTM zona 19S, WGS84). Como centróides das comunidades ribeirinhas e indígenas, foram considerados os centros geométricos calculados com base nos valores de latitude e longitude dos domicílios de cada uma das comunidades.

Análise de dados

Todas as informações coletadas em campo acrescidas das coordenadas geográficas dos domicílios de residência das crianças investigadas foram inseridas em um banco de dados do software SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Estas informações, convertidas para o formato .CSV, após terem sido lidas no Software QGis, foram georreferenciadas com base nas coordenadas, obtendo-se mapas de domicílios e de crianças investigadas.

Os domicílios foram agregados em 45 aglomerados de residências (comunidades). Uma vez que não se dispunha dos limites geográficos destes aglomerados, cada um deles foi representado por um centróide correspondente ao centro geométrico das coordenadas dos seus respectivos domicílios. Os aglomerados de domicilio localizados no Rio Tarauacá foram divididos em residências localizadas na porção do rio acima da área urbana do município e abaixo da área urbana, Essa divisão se justifica em virtude da porção localizada acima da sede apresentar maior dificuldade de acesso por ser localizada na direção da nascente do Rio. Em seguida, foram calculadas suas prevalências globais de desnutrição. Estas prevalências foram representadas em um mapa temático, construído em conjunto com o mapa do município e da hidrografia local, obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A análise dos fatores associados à desnutrição foi realizada incialmente pela aplicação do teste de Chi-quadrado de Pearson. Foram selecionadas para a análise múltipla variáveis que apresentavam valor $p<0,20$. Aquelas que atenderam a esse critério e apresentaram plausibilidade biológica e teórica foram inseridas num modelo aditivo generalizado (GAM - Generalized Additive Model), rodado no Programa R, versão 3.0.2, com a utilização da biblioteca EPIGAM, desenvolvida no Laboratório de Análise Espacial de Dados Epidemiológicos do Departamento de Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da

UNICAMP (Stephan et al., 2011). A modelagem foi hierarquizada (Victora et al., 1997) e adaptada seguindo o modelo teórico proposto por Olinto et al. (1993).

Esta rotina de análise foi conduzida inicialmente considerando apenas a posição geográfica dos locais de moradia das crianças e a condição de ausência e presença de desnutrição com obtenção das odds ratio (OR) ajustadas somente pelo espaço. Em seguida, foram inseridas as demais variáveis independentes, obtendo-se as OR ajustadas para os fatores de risco distais, intermediários e proximais além da dimensão espacial (Coordenadas geográficas). Nesse tipo de análise, essa última dimensão é representada pelas coordenadas dos domicílios. Para o cálculo das OR espaciais, a rotina GAM gera círculos de 2.000 metros sobre a área delimitada de estudo e conta os pontos com os casos positivos e negativos de desnutrição presentes nele, gerando um *grid*. Por fim, aplica-se um teste estatístico comparando-se os valores de OR atribuídos aos grids criados na área delimitada pelo raio estipulado. No caso desta análise foram fixadas bandas de 2.000 metros, tanto para obtenção dos valores de OR de desnutrição, como para cálculo dos respectivos valores de p.

Na medida em que as famílias investigadas ocupavam o município em toda a sua extensão Norte-Sul, mas limitavam-se às margens dos rios, fez-se necessária a criação de um *buffer* de 2000m de raio em torno dos domicílios destas famílias. Como isso, obteve-se um perímetro, mais adequado para a representação espacial das OR que os limites do município. Tal fato permitiu a elaboração de mapas de OR calculadas com base nas coordenadas geográficas das crianças consideradas, além de mapas de significância estatística para essas estimativas (Bailey e Gatrell, 1995). Estes mapas temáticos foram elaborados no SIG QGIS 2.4 e os demais mapas foram obtidos do programa R.

Como pressupostos da modelagem com o componente espacial foi considerado que a presença ou a ausência do caso de desnutrição no município estudado depende de sua localização espacial (latitude e longitude) e de outras variáveis independentes. Uma das

vantagens da utilização do modelo do tipo GAM, denominado de semiparamétrico, é que ele permite que a associação entre o caso de desnutrição e exposições (posição geográfica e demais variáveis independentes) seja avaliada sem que esta relação precise ser definida previamente (Hastie e Tibshirani, 1986; Stephan, 2008), além de permitir a inclusão de covariáveis não-espaciais que podem estar relacionadas ao desfecho.

Após a consideração da posição geográfica das crianças e dando sequência à modelagem, as demais covariáveis foram inseridas por bloco, permanecendo no modelo aquelas que mantiveram valor de $p<0,20$. Foram associadas à ocorrência de desnutrição variáveis que apresentaram valor de $p <0,05$. Aquelas com $p>0,05$ e $p<0,20$ permaneceram no modelo como ajuste. As variáveis distais que compuseram o modelo foram: Bloco 1 (Socioeconômicas) - Renda familiar per capta/dia (≥ 1,25 [inquérito de 2005] ou 1,90 [inquérito de 2012] dólar/pessoa/dia e < que esses valores), índice de riqueza, poder aquisitivo da família (Acima [Alto] e abaixo [Baixo] da mediana do número de bens presentes no domicilio), escolaridade materna (<5 e ≥ 5 anos de estudo) e trabalho materno (dicotômica); bloco 2 (Ambientais e composição familiar) – Saneamento, acesso à água, nº crianças < 12 anos (mediana em 2012), proporção de pessoas por dormitório (mediana em 2012) e condições de moradia; bloco 3 (produção de alimentos para consumo familiar) - Produção agrícola e criação de animas. Variáveis intermediárias - Bloco 4 (condições de gestação) - Assistência pré-natal (≥ 6 e <6 consultas), consumo de álcool durante a gestação (dicotômica) e altura materna (mediana em 2012). Variáveis proximais - Bloco 5 (Aleitamento materno) - Tempo de aleitamento materno exclusivo (<30 ou>180 dias e ≥ 30 ou ≤180 dias) e idade de introdução de leite de vaca (>180 e ≤180 dias); bloco 6 (Acesso serviço de saúde) – Vacina em dia (dicotômica) e uso de remédio para verme nos últimos seis meses (dicotômica); bloco 7 (Morbidade no ultimo ano) – Asma/chiado (dicotômica) e pneumonia (dicotômica). As variáveis biológicas sexo, idade e ascendência indígena foram inseridas no início da

modelagem e permaneceram até o final para ajuste em ambos os modelos. As coordenadas geográficas também entraram no início da modelagem para análise dos fatores associados à desnutrição que levou em consideração o espaço.

Em sua maioria as variáveis do modelo teórico foram incluídas de maneira direta na análise múltipla. Contudo, o índice de riqueza (IR) foi construído a partir de variáveis representativas dos bens presentes no domicílio (televisão, fogão a gás, geladeira, rádio, barco a motor e mais outros 15 objetos), seguindo o modelo de Filmer e Pritchett (2001). O IR foi calculado separadamente para cada zona de moradia, e posteriormente categorizado em menor poder aquisitivo (índice<0) e maior poder aquisitivo (índice≥0). As variáveis de produção agrícola e criação de animais também foram agrupadas. Produção de feijão, criação de frango, porco e bovinos foram combinados em dois grupos: possuir mais ou menos de dois itens, visando mensurar a dependência da família em relação à sua produção de alimentos. Os itens de avaliação das condições de saneamento também foram agrupados utilizando a mediana como ponto de corte para criação de dois grupos: melhor e pior condição de saneamento.

A significância estatística da OR espacial foi obtida pelo método de Monte Carlo. Esse método tem como base as probabilidades estimadas sob um modelo logístico sem a componente espacial, construída a partir de uma nova variável resposta criado por ele. O GAM foi ajustado para obter a OR espacial estimado em uma rede de pontos representando a área de estudo. Esse procedimento foi repetido 100 vezes levando em consideração o pressuposto de normalidade dos valores de OR. A partir daí, as estimativas baseadas nos dados observados foram comparadas com essas distribuições teóricas e classificadas como significativas se fossem fora da região de tolerância (P <0 ,025 ou P > 0,975).

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Acre (Protocolado sob nº 23107.017408/2010-16 em 08/12/2010), em conformidade com a Resolução 196 de 1996 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares. Previamente à aplicação do questionário, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi lido e assinado (por carimbo da impressão digital do polegar para os analfabetos) pela mãe ou responsável pela criança que tiveram garantido o sigilo às informações prestadas.

Resultados

A composição das famílias com crianças menores de cinco anos avaliadas 29,8% eram constituídas por 10 ou mais pessoas, com 22,7% apresentando três ou mais menores de cinco anos. Foi verificado também que 69,6% residiam na área rural. 57,5% da população investigada apresenta pelo menos um dos pais ou avós indígenas (ascendência indígena) (dados não apresentaram em tabela).

A prevalência de desnutrição para a população geral de crianças menores de cinco anos foi de 49,2% (IC95%: 45,7; 52,6). Esses valores foram de 18,0% (n=47/271) para aquelas residentes na área urbana do município, 31,1% (n=47/151) para aquelas que residiam no rio Tarauacá abaixo da zona urbana do munícipio e 58,2% (n=78/134) aquelas residentes as margens do rio Taraucá em sua porção localizada acima da área urbana. As crianças residentes no Rio Jordão apresentaram as mais altas prevalências de desnutrição (82,2%, n=248/292). É nele também onde há uma maior concentração de crianças com ascendência indígena (60,6%), a maior proporção de famílias beneficiadas com programa de transferência de renda (*Bolsa Família*, 47,6% - $p<0,05$) e aonde residiam as famílias pertencentes ao quartil

de riqueza mais baixo (45,6% - $p<0,05$). A amostra de crianças avaliadas foi homogeneamente distribuída de acordo com sexo e idade tanto entre as porções dos rios quanto na área urbana. Crianças residentes no Alto Rio Tarauacá apresentaram maior frequência de episódios de diarreia nos últimos 15 dias e viviam em famílias com maior número de outras crianças menores de 12 anos de idade.

Comparando-se as prevalências de desnutrição dentro do município de Jordão observa-se uma distribuição desigual desse agravo, especialmente em sua área rural. Como já mencionado, as maiores prevalências ocorreram entre crianças residentes em comunidades indígenas localizadas no Rio Jordão, sobretudo entre aquelas que residiam mais próximas à cabeira desse rio. Nesta porção do município, um terço das localidades (n=5/15 localidades) apresentaram prevalências maiores que 90,0%.

Já entre as crianças residentes na área rural cobertas pela Estratégia Saúde da Família (ESF), um segundo foco de risco nutricional foi verificado entre aquelas que viviam na porção média do Rio Tarauacá localizada acima da área urbana do município (47,1%) e em comunidades localizadas em sua porção mais próxima a cabeceira do rio (43,2%) (dados não apresentados em tabelas).

Na área urbana estudada, as crianças indígenas apresentaram a maior prevalência de desnutrição observada (66,7%). Já nas regiões cobertas pela ESF as prevalências deste agravo foram semelhantes entre os quatro agregados de domicílio variando de 10,3% a 12,9% (dados não apresentados em tabela).

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos casos positivos e negativos de desnutrição e as prevalências deste agravo em Jordão. Os pontos vermelhos e verdes representam, respectivamente, casos positivos e negativos e os raios dos círculos amarelos representam a magnitude da prevalência desse agravo para cada um dos aglomerados de domicílios identificados no estudo. Observa-se uma concentração das famílias com crianças

menores de cinco anos de idade residindo às margens dos rios que cortam o município, revelando um predomínio de crianças ribeirinhas na população rural avaliada. As maiores prevalências do agravo se localizam no Rio Jordão e no Alto Rio Tarauacá.

A Figura 3 apresenta o mapa das OR espaciais de desnutrição, primeiro considerando apenas a posição geográfica (latitude e longitude) dos domicílios com e sem crianças desnutridas (A) e posteriormente após ajustes para variáveis de exposição, distais, intermediárias e proximais (B). Nesses mapas, os números correspondem aos valores das OR e as colorações mais fortes às áreas de maiores risco espacial do agravo. As áreas brancas correspondem às zonas de proteção para desnutrição. Nos quadros C e D são apresentadas as significâncias estatísticas das OR de desnutrição obtidas através do modelo espacial dos cenários A e B, respectivamente. As áreas brancas dos quadros C e D representam regiões onde os valores de OR não foram estatisticamente diferentes da unidade. As áreas verdes e hachuradas correspondem àquelas onde as covariáveis não conseguiram explicar totalmente as diferenças das OR medidas a num nível de significância estatística <0,01 e <0,05 respectivamente.

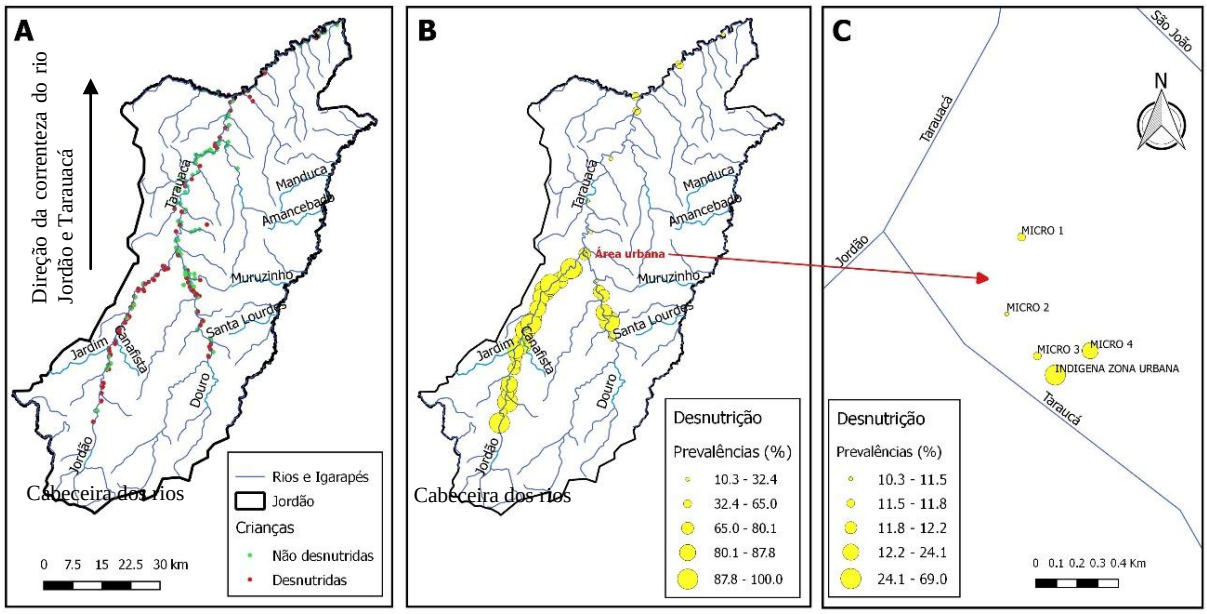


Figura 2. Mapas de casos positivos e negativos de desnutrição em crianças <5 anos (A), mapa da prevalência de desnutrição (B) e mapa da prevalência de desnutrição para a zona urbana (C) do município de Jordão, Acre, Amazônia Ocidental Brasileira, 2012

O modelo ajustado apenas pelo espaço possibilitou a identificação de oito regiões com elevadas OR de desnutrição, concentradas em sua maioria no Rio Jordão, próximas a sua cabeceira e em seu ponto de desague no Rio Taraucá. A primeira região, mais próxima a sua cabeceira delimita as áreas com as maiores OR deste agravo (OR=4 e OR=3, p<0,01). Também foi possível identificar nesta mesma porção do rio uma segunda área de elevadas OR de desnutrição (OR=3 e OR=2), que correspondem às primeiras comunidades deste rio localizadas mais próximas a área urbana do município estudado. A área urbana localizada no centro da figura correspondeu a uma região de proteção para desnutrição (região mais clara na figura) (Figura 3).

Após o ajuste para as variáveis de exposição, o modelo composto (posição geográfica + variáveis independentes) produziu OR sem significância estatística para as áreas que tinham apresentado OR>1 na análise apenas com a posição geográfica. Por outro lado, áreas com OR<1 na análise inicial permaneceram estatisticamente significantes na análise considerando

o espaço e as covariáveis OR<1, isto é continuaram como áreas de proteção para desnutrição (Figura 3).

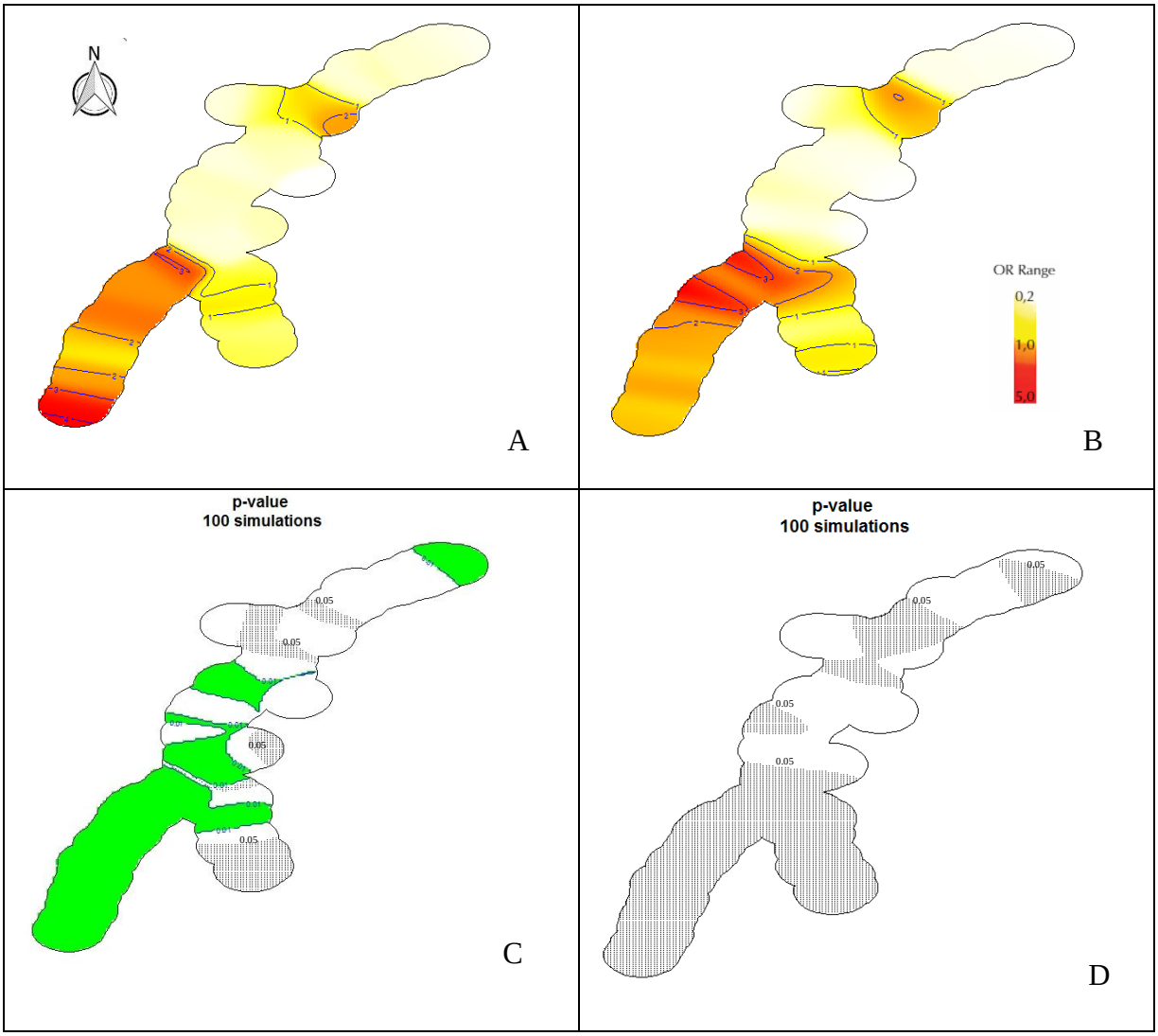


Figura 3. Mapas das odds ratio (OR) e significância estatística das áreas de concentração de casos de crianças <5 anos desnutridas para o modelo espacial apenas com coordenadas geográficas (A e C) e com as coordenadas + variáveis independentes (B e D). Jordão, Acre, Amazônia brasileira, 2012

A Tabela 1 apresenta as prevalências e os fatores associados à desnutrição segundo variáveis biológicas, identificados a partir da modelagem ajustada para coordenadas geográficas. As OR foram maiores entre crianças do sexo masculino, com idade ≥ 24 meses de idade e que possuíam ascendência indígena. O controle para o espaço produziu um maior ajuste para a variável ascendência indígena reduzindo em mais de 30,0% a OR dessa variável, quando comparada à OR bruta.

Tabela 1. Prevalência e fatores biológicos associados à desnutrição em crianças <5 anos de Jordão, Acre, Amazônia brasileira, 2012

	Desnutrição		***Odds bruta***		***Odds ajustada#***	
	Sim	***Não***				
	n(%)	*n(%)*	*OR*	*IC 95%*	*OR*	*IC 95%*
Variáveis biológicas						
*Sexo**						
Feminino	179 (43,8)	230 (56,2)	1		1	
Masculino	233 (54,3)	196 (45,7)	1,5	1,2; 2,0	1,4	1,3; 1,6
Idade da criança						
<24 meses	166 (46,2)	193 (53,8)	1		1,0	
≥24 meses	246 (51,4)	233 (48,6)	1,2	0,9; 1,7	2,8	2,5; 3,1
*Ascendência Indígena***						
Não	78 (21,9)	278 (78,1)	1		1	
Sim	334 (69,3)	148 (30,7)	8,0	5,8; 11,0	5,8	4,9; 6,9

*p valor qui-quarado de Pearson <0,01; **57,3% das acrianças possuíam pelo menos um dos pais ou avós indígenas.
Ajustado para as coordenadas geográficas e variáveis biológicas.

Na Tabela 2 são apresentadas as prevalências e os fatores distais associados à desnutrição. As crianças de famílias com menor poder aquisitivo cujas mães possuíam menor escolaridade e não trabalhavam fora também tinham as maiores OR deste agravo. As condições sanitárias e a produção de alimentos com elevado valor nutricional, também mostraram relação positiva com a OR de desnutrição.

Tabela 2. Prevalência e fatores distais associados à desnutrição em crianças <5 anos de Jordão, Acre, Amazônia brasileira, 2012

	Desnutrição		***Odds bruta***		***Odds ajustada#***	
	Sim	***Não***				
	n(%)	*n(%)*	*OR*	*IC 95%*	*OR*	*IC 95%*
Bloco 1 - Socioeconômicas						
*Poder aquisitivo da família**						
Alto	88 (29,7)	208 (70,3)	1		1	
Baixo	324 (59,8)	218 (40,2)	3,5	2,8; 5,4	1,9	1,6; 2,1
*Trabalho materno**						
Sim	54 (24,9)	163 (75,1)	1		1	
Não	358 (57,6)	263 (42,4)	4,1	2,9; 5,8	1,3	1,1; 1,6
*Escolaridade materna (em anos)**						
≥ 8	31 (17,0)	151 (83,0)	1		1	
7 a 4	149 (54,2)	126 (45,8)	5,8	3,7; 9,1	3,0	2,2; 4,1
0 a 3	223 (64,4)	123 (35,6)	8,8	5,7; 13,8	3,2	2,4; 4,3
Bloco 2 - Local do domicilio						
*Área**						
Urbana	43 (16,9)	212 (83,1)	1		1	
Rural	369 (63,3)	214 (36,7)	8,5	5,9; 12,3	9,8	7,4; 13,0
Bloco 3 - Características da família						
*Nº crianças<5 anos**						
1	96 (33,2)	193 (66,8)	1		1	
2	198 (55,1)	161 (44,8)	2,5	1,8; 3,4	1,3	1,2; 1,5
≥3	118 (62,1)	72 (37,9)	3,3	2,2; 4,8	1,2	1,0; 1,3
*Nº pessoas por dormitório**						
0 - 5	158 (33,7)	311 (66,3)	1		1	
6 - 23	254 (68,8)	115 (31,2)	4,3	3,1; 5,8	1,8	1,6; 1,9
Bloco 4 - Ambientais						
*Características do domicílio**						
Melhor	188 (35,3)	344 (64,7)	1		1	
Pior	224 (73,2)	82 (26,8)	3,7	2,9; 4,6	1,3	1,2; 1,4
Bloco 5 - Produção de alimentos						
Feijão e criação de animais						
0 - 2 itens	153 (45,8)	181 (54,2)	1		1	
3 - 5 itens	259 (51,4)	245 (48,6)	1,3	0,9; 1,4	1,7	1,5; 1,9

*p valor qui-quarado de Pearson <0,01
Ajustado para as coordenadas geográficas; variáveis distais.

A Tabela 3 apresenta as prevalências e variáveis intermediárias associadas à desnutrição infantil. Entre as características reprodutivas maternas, a ocorrência de gravidez antes dos 20 anos de idade e o elevado número de gestações se mostraram associados à ocorrência de desnutrição na criança estudada. Intercorrências durante a gravidez como hipertensão arterial

e consumo de álcool na gestação da criança menor de cinco anos avaliada também se mostraram relacionadas aos déficits de crescimento, assim como a baixa altura da mãe.

Além das características da gestação, o acesso aos serviços de saúde também impactaram positivamente a altura atingida pelas crianças em Jordão. Crianças que tiveram acesso ao programa de imunização estando com seu esquema vacinal atualizado e que recebiam visita regular do agente comunitário de saúde, apresentaram menor OR de desnutrição. Aquelas que nasceram em casa e que necessitaram de sulfato ferroso no mês anterior à pesquisa, em contrapartida, apresentam maiores chances deste agravo.

Tabela 3. Prevalências e fatores intermediários associados à desnutrição em crianças <5 anos de Jordão, Acre, Amazônia brasileira, 2012

	Desnutrição		***Odds bruta***		***Odds ajustada#***	
	Sim	***Não***				
	n(%)	*n(%)*	*OR*	*IC 95%*	*OR*	*IC 95%*
Bloco 6 - Características reprodutivas da mãe						
Idade da materna						
20 a 34 anos	248 (47,0)	280 (53,0)	1		1	
14 a 19 anos	69 (50,4)	68 (49,6)	1,2	0,8; 1,7	1,4	1,2; 1,6
35 a 54 anos	86 (61,0)	55 (39,0)	1,8	1,2;2,6	1,0	0,9; 1,1
*Nº gestações**						
1 a 4 gestações	182 (41,6)	255 (58,4)	1		1	
5 a 20 gestações	221 (60,0)	147 (40,0)	2,1	1,6;1,8	1,6	1,4; 1,8
*Consumo de álcool na gravidez da criança**						
Não	315 (49,5)	321 (50,5)	1		1	
Sim	89 (53,3)	78 (46,7)	1,2	0,8; 1,6	3,0	2,7; 3,3
*Hipertensão arterial na gestação**						
Não	264 (46,9)	299 (53,1)	1		1	
Sim	141 (57,3)	105 (42,7)	1,5	1,1; 2,1	1,4	1,3; 1,6
*Altura materna (cm)**						
149,2 - 172,6	80 (21,7)	288 (78,3)	1		1	
132,8 - 149,1	332 (70,6)	138 (29,4)	8,7	6,0; 11,4	2,7	2,2; 3,3
Bloco 7 – Acesso serviços de saúde						
*Local de nascimento**						
Hospital/Maternidade	95 (24,4)	295 (75,6)	1		1	
Domicílio	317 (70,8)	131 (29,2)	7,5	5,5; 10,2	2,7	2,2; 3,2
Esquema vacinal em dia						
Não	189 (46,7)	216 (53,3)	1		1	
Sim	223 (51,5)	210 (48,5)	0,9	0,7; 1,3	0,8	0,7; 0,8
Recebe visita do ACS						
Sim	378 (50,1)	376 (49,9)	1		1	
Não	34 (40,5)	50 (59,5)	1,5	0,9; 2,3	1,2	1,0;1,5

*p valor qui-quarado de Pearson <0,01;
Ajustado para as coordenadas geográficas; variáveis mediais.

A Tabela 4 apresenta as prevalências e fatores proximais associados à desnutrição. A introdução precoce do leite de vaca e da dieta pastosa, além do uso de chupeta, foram práticas alimentares negativas associados ao crescimento infantil. Entre as morbidades apresentadas pela criança, infecção pelo *Hymenoleps nana* e a ocorrência de episódios graves de diarreia, que necessitaram de internação apresentaram maiores OR de desnutrição. A pneumonia no último ano também foi outra morbidade com forte repercussão sobre o crescimento.

Tabela 4. Prevalências e fatores proximais associados à desnutrição em crianças <5 anos de Jordão, Acre, Amazônia brasileira, 2012

	Desnutrição		***Odds bruta***		***Odds ajustada#***	
	Sim	***Não***				
	n(%)	*n(%)*	*OR*	*IC 95%*	*OR*	*IC 95%*
Bloco 8 - Aleitamento materno, práticas alimentares e uso de chupeta						
*Introdução de leite de vaca**						
>180	66 (40,0)	99 (60,0)	1		1	
≤ 180	346 (51,4)	327 (48,6)	1,6	1,1; 2,3	1,1	1,0; 1,1
*Introdução da dieta pastosa**						
>180	151 (51,9)	140 (48,1)	1		1	
≤ 180	226 (50,7)	220 (49,3)	0,9	0,7; 1,3	1,3	1,1; 1,4
Não consumiu ainda	35 (34,6)	66 (65,4)	0,5	0,3; 0,8	0,3	0,2; 0,4
Uso de chupeta						
Não	95 (43,2)	125 (56,8)	1		1	
Sim	317 (51,3)	301 (48,7)	1,4	1,0; 1,9	2,2	2,0; 2,4
Bloco 9 - Morbidades						
*Pneumonia no último ano**						
Não	316 (45,6)	377 (54,4)	1		1	
Sim	96 (66,2)	49 (33,8)	2,3	1,6; 3,4	2,1	1,9; 2,3
Infecção por Hymenoleps nana**						
Não	355 (47,3)	396 (52,7)	1		1	
Sim	23 (76,7)	7 (23,3)	3,7	1,6; 8,6	1,4	1,3; 1,6
*Internação por diarreia no último ano**						
Não	29 (32,9)	59 (67,1)	1		1	
Sim	383 (51,1)	367 (48,9)	2,1	1,3; 3,4	1,4	1,2; 1,7

*p valor qui-quarado de Pearson <0,01
Ajustado para as coordenadas geográficas; variáveis proximais.

Discussão

A modelagem espacial realizada permitiu mapear áreas de elevado probabilidade de ocorrência de desnutrição formando ambientes nutricionais não saudáveis e não promotores do crescimento infantil. Além disso, foi possível identificar variáveis envolvidas no processo de formação desses bolsões de desnutrição em um contexto de elevada prevalência desse agravo. O conceito de ambiente nutricional (Glanz et al., 2005) foi originalmente formulado para o estudo da relação entre ambiente e hábitos alimentares. Contudo sua aplicação para o estudo da desnutrição infantil na modernidade se mostra uma via promissora de entendimento da dinâmica de formação de agregados de elevado risco nutricional verificadas no país. Uma vez que a desnutrição esta se tornando um fenômeno cada vez mais localizado em determinadas regiões (Monteiro et al., 2009) e segmentos populacionais (Horta et al., 2013).

No contexto amazônico para o estudo de estado nutricional infantil esse conceito pode ser ampliado para incluir coletividades que ocupam seringais e comunidades indígenas, nas quais ocorrem uma concentração de pessoas visando, entre outros objetivos comuns, para a produção e obtenção de alimentos, especialmente aquelas áreas de mais difícil acesso nas quais seus ocupantes necessitam desenvolver estratégia para manutenção de sua subsistência, bem como as peculiaridades presentes nesses ambientes. Essas coletividades apresentam dificuldades de ordem natural, logística e econômica para manutenção de seus ambientes nutricionais que interferem diretamente no crescimento infantil.

Os achados do presente estudo relativos à ocorrência de adensamento de casos de desnutrição mostraram que comunidades localizadas mais próximas às cabeceiras dos rios que cortam o município apresentaram chances deste desfecho até três vezes maior em comparação à média de toda a região. Nessas porções do município, os rios apresentam piores condições de navegabilidade, pelo menor volume de água, além da existência de pequenas cachoeiras

que dificultam a passagem de barcos, especialmente os maiores (com cobertura). Essas barreiras naturais limitam o acesso dessas comunidades aos bens e serviços, impedindo que fatores conhecidamente efetivos para a redução da desnutrição infantil, como assistência pré-natal e puericultura (Ramos et al., 2015), tenham os mesmos efeitos observados em contextos mais urbanizados (Bhutta et al., 2008).

Essas barreiras de acesso parecem produzir menor efeito sobre o crescimento infantil entre as comunidades localizadas à jusante do Rio Tarauacá que serve como rota de ligação de Jordão ao município mais próximo de mesmo nome, Tarauacá. Além de condições mais favoráveis de navegação, como o maior volume de água, o fluxo de embarcações é também mais expressivo, permitindo maior comunicação com a área urbana do município. Esse aspecto da geografia do município permite apontar inadequações que estratégias, pensadas em nível central, possuem para localidades situadas em afluentes menos caudalosos dos rios do interior da Amazônia. Como por exemplo, a compra de embarcações com motores de eixo vertical, por parte do Ministério da Saúde e suas agencias, que necessitam de volume maior de água para funcionar e são disponibilizadas em programas para o deslocamento de equipes de saúde para atendimento em áreas rurais que necessitam navegar por rios menos caudalosos, em que motores de eixo horizontal são mais adequados. Nossos achados corroboram com estudo realizado em Madagascar, o qual também identificou que famílias residentes mais distantes dos núcleos urbanos apresentaram maior risco de desnutrição (Asgary et al., 2015).

Além dessas barreias de acesso, a distribuição heterogênea dos fatores de risco induz um comportamento desigual das probabilidades de ocorrência de desfechos nutricionais negativos. Isto foi verificado, por exemplo, em estudo realizado por Ouedraogo et al., (2008) que utilizando técnicas de análise espacial encontrou uma dependência espacial importância ao construir um modelo explicativo para expansão da obesidade em distrito de Burquina Faso, localizado na África Ocidental. Da mesma maneira que a obesidade, também se observa uma

distribuição desigual destas medidas com a hipótese de dependência espacial também podendo ser levantada à desnutrição infantil.

O processo de modelagem espacial permitiu explicar a ocorrência da desnutrição nas áreas onde suas OR eram maiores, eliminando as diferenças entre elas. Em contrapartida, o modelo apresentou menor poder explicativo para as áreas que se caracterizaram como de proteção (OR<1) para a ocorrência do agravo. Esse resultado aponta para a existência de fatores promotores do crescimento nesses núcleos, que as covariaveis presentes no modelo espacial não conseguem explicar, revelando uma significativa dependência espacial para essas regiões do município. Assim, é possível perceber a tendências opostas da dependência espacial entre estas áreas.

Entre as variáveis biológicas testadas, sexo, idade e ascendência indígena das crianças apresentaram-se associadas com a desnutrição. A diferença observada nos valores das OR dos modelos ajustado apenas pelo espaço e aquele contendo também estas covaráveis, mostraram que após o ajuste para esse bloco houve pequena modificação no tamanho da área com OR estatisticamente significativa nas regiões de maior probabilidade de desnutrição, indicando a manutenção da dependência espacial.

Apesar dessa manutenção, a variável ascendência indígena possui importante poder explicativo para a ocorrência de desnutrição nesse município. Sua população apresenta forte presença desse seguimento populacional em sua composição com mais da metade dos menores cinco anos apresentando pelo menos um dos pais ou avós indígenas. A população indígena é reconhecida por sua elevada vulnerabilidade para o desenvolvimento de desnutrição infantil (Horta et al., 2013), em virtude de aspectos socioambientais e culturais. Além disso, não se pode descartar diferenças genéticas presentes nessas comunidades, independente de suas coordenadas geográficas (Araújo et al., 2016).

A análise das variáveis distais do modelo teórico mostrou que independente da localização e características biológicas das crianças, as iniquidades sociais continuam a produzir efeitos negativos sobre o crescimento infantil (Asgary et al., 2015; Ramos et al., 2015). Esse conjunto de fatores atua fortemente na determinação do estado nutricional infantil de maneira direta, e indiretamente, modulando aspectos intermediários e proximais da estrutura causal da desnutrição, alterando as OR que deveriam ser iguais entre os vários grupos de crianças existentes (Black et al., 2013). Além desse impacto no crescimento infantil, a pobreza e a desigualdade social são responsáveis por mais mortes prematuras que outros fatores comumente elencados como modificáveis e passíveis de intervenção como o sedentarismo, a hipertensão arterial e uso de álcool (Stringhini et al., 2017). Isso revela a importância de ações que diminuam essas desigualdades sociais para a melhoria da saúde geral da população, e consequentemente, para a melhoria do crescimento infantil.

Ainda entre esse conjunto de fatores, a composição familiar e a produção de alimentos para o consumo da família indicam a importância que a divisão do cuidado por parte da mãe ou responsável pelas crianças e a dependência de uma produção local de subsistência de alimentos representa para a garantia da segurança alimentar dos integrantes dessa família, especialmente os mais jovens (Asgary et al., 2015). Adversidades ambientais podem prejudicar o equilíbrio do processo produtivo causando uma forte limitação da variabilidade alimentar, restringindo a produção às monoculturas mais consolidadas e resistentes, tais como a da mandioca.

Entre as variáveis intermediárias, aquelas ligadas à gestação e ao parto atuam de maneira marcante e precoce na manutenção da desnutrição (Haile et al., 2016). Assim, ações focadas no início dos primeiros mil dias de vida da criança se mostram fundamentais, visando garantir o crescimento pondo-estatural adequado já no período intra-uterino. Isso porque, apesar da possibilidade de crescimento compensatório nos primeiros anos de vida da criança,

iniciar a vida extrauterina com déficits de crescimento e de peso, reduz o aproveitamento da potencialidade genética de crescimento da criança bem como as reservas de energia para enfrentar os processos mórbidos que surgirem (Yamamoto et al., 2009). Outro aspecto importante desse nível de determinação para o crescimento infantil foi receber visita regular do agente comunitário de saúde. Apesar do seu escopo de atribuições ser limitado, as orientações e acompanhamento do crescimento realizados por esses profissionais promovem efeitos significativos na saúde infantil, especialmente em um contexto de dificuldade de acesso a outros profissionais de saúde de nível superior.

Já entre as variáveis proximais relativas às práticas alimentares, morbidades e uso de chupeta, a introdução precoce de leite de vaca *in natura* mostrou-se prejudicial para o crescimento infantil. Esse efeito pode estar relacionada a sua composição, muito diferente daquela presente no leite materno, e pela imaturidade do sistema digestivo da criança, que nos primeiros meses de vida não está preparado para receber outro tipo de alimento que não o leite humano (Clemens et al., 2011) Além disso a dificuldade de conservação desse alimento, especialmente na área rural do município pode aumentar o risco de problemas gastrointestinais, para além de sua composição, especialmente antes dos sexto mês de vida. A introdução deste alimento também alterar o padrão de aleitamento materno que contribuindo de maneira indireta para o desenvolvimento da desnutrição e outros problemas de saúde como atopias (Strassburger et al., 2010). O uso de chupeta também chama atenção, pois possui efeito negativo triplo: aumenta o risco de infecções gastrointestinais, como a diarreia; funciona como um inibidor do apetite e interfere na duração da amamentação exclusiva (Buccini et al., 2016). Somente após a inserção das covariáveis pertencentes a esse nível de determinação foi possível eliminar a dependência nas áreas de elevada probabilidade de desnutrição. Em um contexto de marcada vulnerabilidade social como o verificado nessas

áreas, as piores condições de gestação e parto e de acesso a serviços de saúde, além da maior carga de doença aparecem como importantes inibidores do crescimento linear.

Esse cenário aponta para a necessidade de construção de uma agenda unificada de enfrentamento da desnutrição, a exemplo da estabelecida nos Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS), apresenta potencial para alavancar o declínio da desnutrição observada na maior parte do mundo (Coutinho et al., 2008; Black et al., 2013). Contudo, essa agenda também deve incluir ações voltadas às localidades mais vulneráveis, como aquelas encontradas no interior da Amazônia, que apresentam prevalências muito acima das observadas para as demais regiões brasileiras (Ministério da Saúde, 2006). Isso se justifica, na medida em que o cenário nacional favorável contribui para tornar invisível essa realidade sobre o pretexto de que nessas áreas há baixa densidade populacional e em razão disso possui menor importância epidemiológica.

Os achados do presente estudo devem ser avaliados levando em consideração alguns aspectos limitantes. Os modelos GAM disponíveis para a análise espacial utilizam medidas de associação do tipo odds ratio, o que produz uma superestimação de seus valores em contextos de elevada prevalência do desfecho estudado. Todavia, como o objetivo principal do estudo foi identificar localidades de maior vulnerabilidade dentro de um aglomerado de elevada prevalência e a contribuição do espaço na ocorrência do desfecho, essa limitação deve ser relativizada. Sendo assim, o enfoque maior deve ser dado na tendência da medida e não exclusivamente na precisão do seu valor.

Concluindo, o estudo de desfechos nutricionais na infância com o auxilio de técnicas de análise espacial, constitui-se em uma estratégia importante para compressão da ocorrência de casos de desnutrição no cenário amazônico. Isto porque, barreiras geográficas, como o isolamento, podem mascarar as iniquidades sociais, além de dificultar o acesso a bens e serviços, reconhecidamente promotores do crescimento infantil saudável reforçando a

necessidade de um controle espacial. Foi identificado no presente estudo dependência espacial nas áreas de baixa probabilidade de desnutrição com o modelo GAM que leva em consideração as coordenadas geográficas conseguindo explicar esta dependência para as áreas de elevada frequência deste desfecho. As dificuldades de acesso, ascendência indígena, o poder aquisitivo das famílias, as condições de gestação e parto, o acesso aos serviços de saúde e carga de doença se mostram associados à ocorrência de desnutrição, com esses achados contribuem para o entendimento das razões que fizeram com que a Região Norte do Brasil não tenha alcançado os mesmos resultados positivos verificados para o Nordeste do país.

Agradecimentos

As famílias do Jordão, que independente das circunstancias, acolhem e demostram toda a sua natureza humana ao optar sempre pela solidariedade.

Suporte financeiro

Este trabalho foi financiado pelo Ministério da Saúde do Brasil, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, (CNPq - http://cnpq.br/); Secretaria Estadual de Saúde do Acre (SESACRE - www.saude.ac.gov.br/); Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC - www.funtac.ac.gov.br/), PPSUS Edital – PROJ0551141, Processo nº 0037309-4/2010. As opiniões expressas neste manuscrito não refletem necessariamente as do Ministério da Saúde do Brasil. Nenhuma das organizações envolvidas no apoio a este trabalho teve um papel na análise ou interpretação dos dados.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Contribuição dos autores

TSA Foi responsável pela elaboração do projeto de pesquisa, capitação de recurso, coordenação do trabalho de campo; coleta de dados, digitação, verificação da consistência das informações, analise de dados e redação do manuscrito; FCN foi responsável pela elaboração do projeto de pesquisa, analise de dados, redação do manuscrito e revisão crítica da versão final; CSMO foi responsável pela coordenação do trabalho de campo; coleta de dados, digitação, verificação da consistência das informações, e redação do manuscrito e revisão crítica da versão final.

Referências

1. Araújo TS, Oliveira CSM, Muniz PT, Silva-Nunes M, Cardoso MA. Child undernutrition in one of the cities with greater nutritional risk in Brazil: population-based study in the Western Brazilian Amazon. Rev. bras. epidemiol. 2016; 19(3): 554-566.
2. Asgary R, Liu M, Naderi R, Grigoryan Z, Malachovsky M. Malnutrition prevalence and nutrition barriers in children under 5 years: a mixed methods study in Madagascar. Int Health. 2015 Nov;7(6):426-32.
3. Bailey TC, Gatrell AC. Interactive spatial data analysis. Prentice Hall, Harlow, 1995.
4. Benício MH, Martins AP, Venancio SI, Barros AJ. Estimates of the prevalence of child malnutrition in Brazilian municipalities in 2006. Rev Saude Publica. 2013; 47(3):560-70.
5. Bhutta ZA, Ahmed T, Black RE, Cousens S, Dewey K, Giugliani E, et al. What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival. Lancet. 2008; 371(9610):417-40.
6. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. Lancet. 2013; 382(9890):427-51. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60937-X.
7. Buccini Gdos S, Pérez-Escamilla R, Venancio SI. Pacifier Use and Exclusive Breastfeeding in Brazil. J Hum Lact. 2016 Aug;32(3):NP52-60.
8. Charreire H, Casey R, Salze P, et al. (2010) Measuring the food environment using geographical information systems: a methodological review. Public Health Nutr 13, 1773–1785.
9. Clemens RA, Hernell O, Michaelsen KF (eds): Milk and Milk Products in Human Nutrition. Nestlé Nutr Inst Workshop Ser Pediatr Program, vol 67, pp 29–40, Nestec Ltd., Vevey/S. Karger AG, Basel, 2011.
10. Coutinho JG, Gentil PC, Toral N. A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. Cad Saude Publica 2008; 24(Supl.2):S332-340.
11. Filmer D, Pritchett LH: Estimating wealth effects without expenditure data-or tear: an application to educational enrolments in states of India. Demography 2001, 38(1):115-32.
12. Gebreyesus SH, Mariam DH, Woldehanna T, Lindtjørn B. Local spatial clustering of stunting and wasting among children under the age of 5 years: implications for intervention strategies. Public Health Nutr. 2016 Jun;19(8):1417-27.
13. Glanz K, Sallis JF, Saelens BE, Frank LD. Healthy nutrition environments: concepts and measures. Am J Health Promot. 2005 May-Jun;19(5):330-3, ii.

14. Haile D , Azage M , Mola T , Rainey R. Explorando as variações espaciais e fatores associados com o stunting da infância na Etiópia: análise espacial e multinível. BMC Pediatr. 2016 Abr 15; 16: 49. Doi: 10.1186 / s12887-016-0587-9.
15. Hamm NA1, Soares Magalhães RJ2,3, Clements AC. Earth Observation, Spatial Data Quality, and Neglected Tropical Diseases. PLoS Negl Trop Dis. 2015 Dec 17;9(12):e0004164. doi: 10.1371/journal.pntd.0004164. eCollection 2015.
16. Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert. [Generalized Additive Models]: Rejoinder. Statist. Sci. 1 (1986), no. 3, 314--318. doi:10.1214/ss/1177013609. http://projecteuclid.org/euclid.ss/1177013609.
17. Horta BL, Santos RV, Welch JR, Cardoso AM, dos Santos JV, Assis AM, et al. Nutritional status of indigenous children: findings from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition in Brazil Int J Equity Health. 2013; 12:23. doi: 10.1186/1475-9276-12-23.
18. Imada, K. S., Araújo, T. S., Muniz, P. T., Pádua, V. L. (2016). Socioeconomic, hygienic, and sanitation factors in reducing diarrhea in the Amazon. Revista de Saúde Pública, 50, 1-10.
19. Magalhães RJ, Clements AC. Mapeamento do risco de anemia em crianças em idade pré-escolar: a contribuição da desnutrição, malária e infecções por helmintos na África Ocidental. PLoS Med. 2011 Jun; 8 (6): e1000438. doi: 10.1371 / journal.pmed.1000438. Epub 2011 07 de junho.
20. Ministério da Saúde (Brazil). Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança. Brasilia: MS; 2009:302. Portuguese. Available in: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/pesquisa_demografia.pdf. Accessed in:18 de novembro de 2016
21. Monteiro CA, Benicio MHD'A, Konno SC, Silva AC F, Lima ALL, Conde WL. Causas do declínio da desnutrição infantil no Brasil, 1996-2007. Rev. Saúde Pública . 2009; 43(1): 35-43.
22. Nucci LB, Zangirolani LT, Mafra AC, de Medeiros MA, Cordeiro R. Spatial distribution of the risk for metabolic complications: an application in south-east Brazil, 2006-2007. Public Health Nutr. 2012 Jun;15(6):1008-14. doi: 10.1017/S1368980011003363.
23. Olinto, M.T.A., Victora, C.G., Barros, F.C., Tomasi, E. (1993). Determinantes da desnutrição infantil em uma população de baixa renda: um modelo de análise hierarquizado. Cadernos de Saúde Pública, 9, S14‑S27.

24. Ouedraogo HZ, Fournet F, Martin-Prevel Y, et al. (2008) Socio-spatial disparities of obesity among adults in the urban setting of Ouagadougou, Burkina Faso. Public Health Nutr 11, 1280–1287.
25. Ramos CV, Dumith SC, César JÁ. Prevalence and factors associated with stunting and excess weight in children aged 0-5 years from the Brazilian semi-arid region. J Pediatr (Rio J). 2015 Mar-Apr;91(2):175-82. doi: 10.1016/j.jped.2014.07.005.
26. Soares Magalhães RJ, Clements AC. Spatial heterogeneity of haemoglobin concentration in preschool-age children in sub-Saharan Africa. Bull World Health Organ. 2011 Jun 1;89(6):459-68. doi: 10.2471/BLT.10.083568.
27. Stephan C, Mafra ACCN, Nucci LB. Epigam-package. 2011. Disponível em http://127.0.0.1:21678/library/epigam/html/epigam-package.html.
28. Stringhini S, Carmeli C, Jokela M, Avendaño M, Muennig P, Guida F, et al. Socioeconomic status and the 25 × 25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1·7 million men and women. Lancet. http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32380-7. 2017.
29. Strassburger SZ, Vitolo MR, Bortolini GA, Pitrez PM, Jones MH., Stein RT. Erro alimentar nos primeiros meses de vida e sua associação com asma e atopia em pré-escolares. J. Pediatr. 2010; 86(5): 391-399.
30. Victora CG, Huttly SR, Fuchs SC, Olinto MT. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. Int J Epidemiol. 1997 Feb;26(1):224-7.
31. World Health Organization (WHO). (1995). Physical status: the use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. WHO Technical Report Series, 854. Geneva: WHO.
32. World Health Organization (WHO). (2006). Length/Height-for-Age, Weight-for-Age, Weight-for-Length, Weight-for-Height and Body Mass Index-for-Age: Methods and Development. Geneva: WHO. Available at: http://www.who.int/childgrowth /standards/Technical_report.pdf. (Accessed 18 July 2016).
33. Yamamoto RM, Schoeps DO, Abreu LC, Leone C. Peso insuficiente ao nascer e crescimento alcançado na idade pré-escolar, por crianças atendidas em creches filantrópicas do município de Santo André, São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant. 9 (4): 477-485, 2009.
34. Prefeitura Municipal de Jordão. Disponível em: http://www.jordao.ac.gov.br/novo_site/index.php?nivel=1&exibir=secoes&ID=1(acessado em 06 fev 2017)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=120032 (acessado em 06 fev 2017)

4.3 ARTIGO 3

Preâmbulo

Neste capitulo é apresentado artigo original submetido à revista *PLOS ONE*, correspondente ao terceiro objetivo especifico desta tese: **“Medir a prevalência e investigar as diferenças nos fatores associados à desnutrição entre crianças com e sem ascendência indígena no município de Jordão, Acre”**. O comprovante de submissão deste artigo encontra-se no ANEXO 4.

Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon

Thiago Santos de Araújo[1,2], Cristieli Sérgio de Menezes Oliveira[1], Vitor Camilo Cavalcante Dattoli[1], Fábio Henrique Pinto de Moraes[1], Claudia Machado Alves Pinto[1], Mônica da Silva Nunes[1], Francisco Chiaravalloti Neto[2*]

[1]Center of Health Sciences and Sport, Federal University of Acre, Rio Branco, Acre, Brazil
[2] Department of Epidemiology, School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

A shortened version of title: Ethnic disparities of stunting in Amazonian children

Araujo, TS; Oliveira CSM; Datolli, VCC; Moraes, FHP; Pinto, CMA; da Silva-Nunes, M; Chiaravalloti Neto, F.

Corresponding author*
E-mail: franciscochiara@usp.br. (FCN)

Abstract

Indigenous ancestry is a strong risk marker for child nutrition. Stunting presents complex etiology involving social, cultural, and genetic factors, which are influenced by the ethnicity of the child. In this study, we aimed to identify differences in the factors associated with stunting based on ethnicity. A population-based, cross-sectional study was performed in a random sample of 838 children aged <5 years living in the western Brazilian Amazon. Data from structured socioeconomic status, health, and food frequency assessment questionnaires, anthropometric measurements, and blood and stool samples were used in Poisson regression models to estimate prevalence ratios (PR) using a hierarchical conceptual framework. Height-for-age, weight-for-height, and weight-for-age were calculated using the 2006 World Health Organization (WHO) growth standards. The prevalence of stunting was 69.3% (95% CI: 64.9-73.3) and 21.9% (95% CI: 17.8-26.6) in children with and without indigenous ancestry, respectively. Male children with indigenous ancestry, living in a rural area showed the highest prevalence of stunting (84%; 95% CI: 22.9-90.5). We found a heterogeneous scenario for the associated factors to stunting according to the child's ethnic group. Among children with indigenous ancestry, factors related to incorporation of the surrounding society practices showed association with stunting, such as pacifier use (PR: 1.2; 95% CI: 1.0-1.5) and alcohol consumption during pregnancy (PR: 1.2; 95% CI: 1.1–1.4)**, among others**. For children without indigenous ancestry, factors related to pregnancy such as high blood pressure (PR: 2.0; 95% CI: 1.2-3.2) and birth interval <24 months (PR: 2.2; 95% CI: 1.1–4.6), in addition to the early introduction of semi-solid food (PR: 1.7; 95% CI: 1.1–2.5). Factors commonly used in studies related to stunting for the benchmark population have low explanatory power among children with indigenous ancestry. Ethnic differences in these

factors should be considered for the improvement of health services offered to Indigenous peoples.

Keywords: Nutritional epidemiology; stunting; child growth; child undernutrition; Indigenous people; preschool child; Amazonian

Introduction

Stunting persists as an important public health problem in developing countries, affecting more than 159 million children under 5 years old in worldwide [1]. More than 90% of children with stunted linear growth live in merely 36 countries, corresponding to almost half of the total child population in those countries [2]. The most affected regions are Southeast Asia and Africa, which are areas marked by socioeconomic inequality, poor sanitation, and inadequate public health services coverage [3].

Undernutrition in early childhood significantly impairs the proper development of the immune system, making children more vulnerable to infectious diseases such as diarrhea and acute respiratory infections. Stunting is linked to almost half of all deaths in children aged 5 years [4]. Childhood morbidity and malnutrition significantly impair physical and cognitive development, with long-term effects on earning potential and productivity in adulthood [5].

Previous studies have shown that Indigenous peoples face great health and social disparities compared with the general population. Being Indigenous, even in well-resourced countries such as Australia, Canada, and New Zealand, is also accompanied by poorer socioeconomic and health indicators compared with reference populations. Ethnic differences in the prevalence of stunting are also remarkable [6] with indigenous peoples still experiencing substantial gaps in life expectancy >5 years, and high rates of mortality [7,8] and hospitalization [9], due the damaging effects of persistent social disadvantage [10].

In Brazil, the prevalence of stunting has dropped significantly during the last three decades (13.5% to 6.8% from 1996 to 2006/2007) mainly due to the expansion of primary health care services, especially with antenatal care; improvements in familial income; increases in maternal education and evolution of sanitation conditions [11]. The impact of

these positive changes, however, occurred heterogeneously among its population groups located in the western Brazilian Amazon, especially in Northern region [12].

This region includes, as one of its peculiarities, the presence of municipalities with limited access made challenging by the absence of roads, in addition to housing the largest concentration of indigenous populations in the country [13]. Another aspect that reflects these social inequities of the Amazon region is the fact that several cities in the North are considered to have the lowest human development index (HDI) [14]. Among these municipalities, Jordão appears to have the highest nutritional risk [15] among over 5,500 Brazilian municipalities, and just over a decade ago (in 2005) was considered the city with the second-worst national HDI, becoming the seventh municipality with the lowest index in the 2010 rankings [14]. Furthermore, in the last Brazilian census, about one third of the people of this county were self-declared as Indigenous [13].

Nutritional status throughout childhood is a multidimensional problem and understanding the behavior of variables associated with stunting in these groups will allow a greater understanding of how it occurs in two important groups that make up the Amazonian Populations: Indigenous people and riparian communities. In this study, we aimed to identify the differences in the factors associated with stunting among children with and without indigenous ancestry in one of the municipalities of greater nutritional risk in Brazil.

Materials and Methods

Study area and population

Jordão is located in the North region, in the western Brazilian Amazon, 344 km from the capital of the state of Acre, Rio Branco. It borders with Peru, covering an area of 5,429 km^2. Most of its population lives in rural areas (65%) that cannot be reached by land. The literacy rate is low at 25.5%, with 49.2% of families living in extreme poverty [14]. The

climate is equatorial, hot, and humid, with the rainy season lasting approximately from November to April.

The water used by households in urban areas was collected and distributed without treatment until 2007, when water treatment plans were implemented. The Family Health Strategy, the main service responsible for primary healthcare in Brazil, was implemented in 2005. Water-related diseases, such as diarrhea, are among the major causes of child morbidity in this county. The child mortality rate for 2013 was 44.6 per 1000 live births [16]. The population of Jordão in 2010 was 6,577 inhabitants, of which 30% are indigenous Kaxinawá [13].

Study design and sampling

We conducted a cross-sectional population-based study using random sampling. Data were obtained from the baseline survey conducted in Jordão from January to April 2012, entitled "Health and Nutrition in Jordão-Acre," which aimed to assess the maternal and child nutrition in one of the municipalities of greater nutritional risk in Brazil. The sample size was calculated assuming stunting prevalence of 35.8% [17], 95% confidence interval (CI), sampling error ±2% and a population of 1.143 children aged 5 years per the last Brazilian census [13]. A total of 753 children <5 years of age were required. Additionally, 15% more subjects were added (n = 866) taking into account the attrition. A list of preschools enrolled in the Family Health Strategy was obtained from the primary healthcare service and has been updated by local community health workers jointly with the research team. On the basis of this list, children were selected using random and systematic sampling techniques to obtain the study subjects. Of the total 866 children, 838 were evaluated, with 97% survey response.

Data collection and variables

Structured household face-to-face interviews were carried out with each child's mother or guardian present, during household visits, by trained fieldworkers including nurses, nutritionists, medical and nursing students, a pharmaceutical biochemist, and community health workers. Interviews took place from January to March, in the rainy season called the Amazon winter, due to the constant rains that occur in the region that provide greater navigability of the regional rivers and streams. The following data were collected in the present study: demographic characteristics (child's sex and age, race/ethnicity), socioeconomic status (household assets, family income, parental educational level), access to public services (treated water, garbage collection), maternal characteristics (maternal age, smoking during pregnancy), child characteristics at birth (birth weight and length retrieved from child's health card), infant feeding practices (child's age at introduction of weaning foods), children's access to health services and morbidity (diarrhea, vomiting, or cough with fever in the 15 days before the home visit). Maternal characteristics were collected from the children's female caregiver (biological mother, grandmother, stepmother, or other), except for weight and height, which were collected only from the biological mother. The date of birth was recorded directly from birth certificates or the child's health card. Children who had at least one grandparent or parents indigenous were considered to have indigenous ancestry.

Anthropometric measurements

The weight and height of children were measured by trained research assistants according to standard procedures [18]. Children were weighed using a portable digital scale (Balança Digital BC554 IronMan/InnerScan TANITA, Tokyo, Japan) to the nearest 100 g,

wearing minimal clothing and barefoot. Standing height was measured with an AlturaExata portable anthropometer (Belo Horizonte, Brazil) and was recorded to the nearest 0.1 cm. This anthropometer was also used to measure recumbent length for children ≤24 months of age. Each measurement was repeated once, and the mean value was calculated. Measures with differences >0.5 cm were repeated again, and the two closest measures were considered to calculate the average. Z-scores for length/height-for-age (HAZ) were calculated according to WHO Child Growth Standards [18] using the WHO Anthro software. The cut-off for stunting was defined as HAZ<−2. The ages of the children were determined using the date of birth (from a verifiable document) and the date of measurement.

Food frequency *assessment*

The short non-quantitative dietary questionnaire consisted of a checklist of food and beverage items most commonly consumed by children in the county. It did not contain portion sizes for meals or beverages. Participants were asked how many times they consumed meals and drinks in the most appropriate frequency category as n per day, n per week, n per month, hardly ever or never. From these reported data, we finally calculated the frequencies of consumed food: >6x/day, 4–6x/day, 2–3x/day, <1x/day, 4–6x/week, 1–3x/week, 1–3x/month, and do not eat or rarely eat. The participants were asked the following frequencies in the questionnaire, and the interviewers would tick one box for each food item (milk and dairy products, beans, greens, vegetables, fruits, fruit juices, meats, fish, eggs, family food, soft drinks, candy, treats, and snacks). The questionnaire has been shown to be repeatable and valid when compared to a detailed food frequency questionnaire [20].

Assessment of anemia

To define anemia, we used the WHO [21] cut-off point of hemoglobin (Hb) <110 g/L for children aged 6 months to 5 years. The Hb determination was performed on a blood sample obtained via digital puncture, by using portable hemoglobinometers (Hb301; HemoCue, Angelholm, Sweden).

Assessment of socioeconomic conditions

A wealth index based on the presence of assets, characteristic of households, and livestock ownership was built for assessment of the household socioeconomic conditions [22]. Principal component analysis was used to define the weight of household assets with the XLSTAT software, version 7.5.2 (Addinsoft, New York, NY, USA). The calculation was performed separately for the rural and urban areas. After standardizing the weights assigned to each item, scores were added to create an estimated index of household wealth. In order to explain the potential non-linearity of associations, predictors were categorized according to previously used cut-off points in this population. The wealth index was tested in quartiles.

Diagnosis of intestinal parasites

A sample collector with 10% formalin (Coproseco®) was delivered to the caregivers of all children included in the study for subsequent analysis. The stool samples were examined as described by Hoffman, in a laboratory installed in the urban area of the county. Owing to logistical constraints, it was possible to collect merely one stool sample from each subject of the study. Although the prevalence of parasites obtained from the examination of a single

stool sample is likely to be underestimated, the parasitological diagnostic method used is suitable for detecting the eggs and cysts of the most common intestinal nematodes in humans [23]. Individuals with intestinal parasitic infections received free treatment, as prescribed by the local primary care service team.

Ethical considerations

The present study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki, and all procedures were approved by the Ethics Committee of the Federal University of Acre, Brazil (protocol nº 23107.017408/2010-16). Written informed consent was obtained from all parents or guardians of the participating children prior to survey enrolment.

Statistical analysis

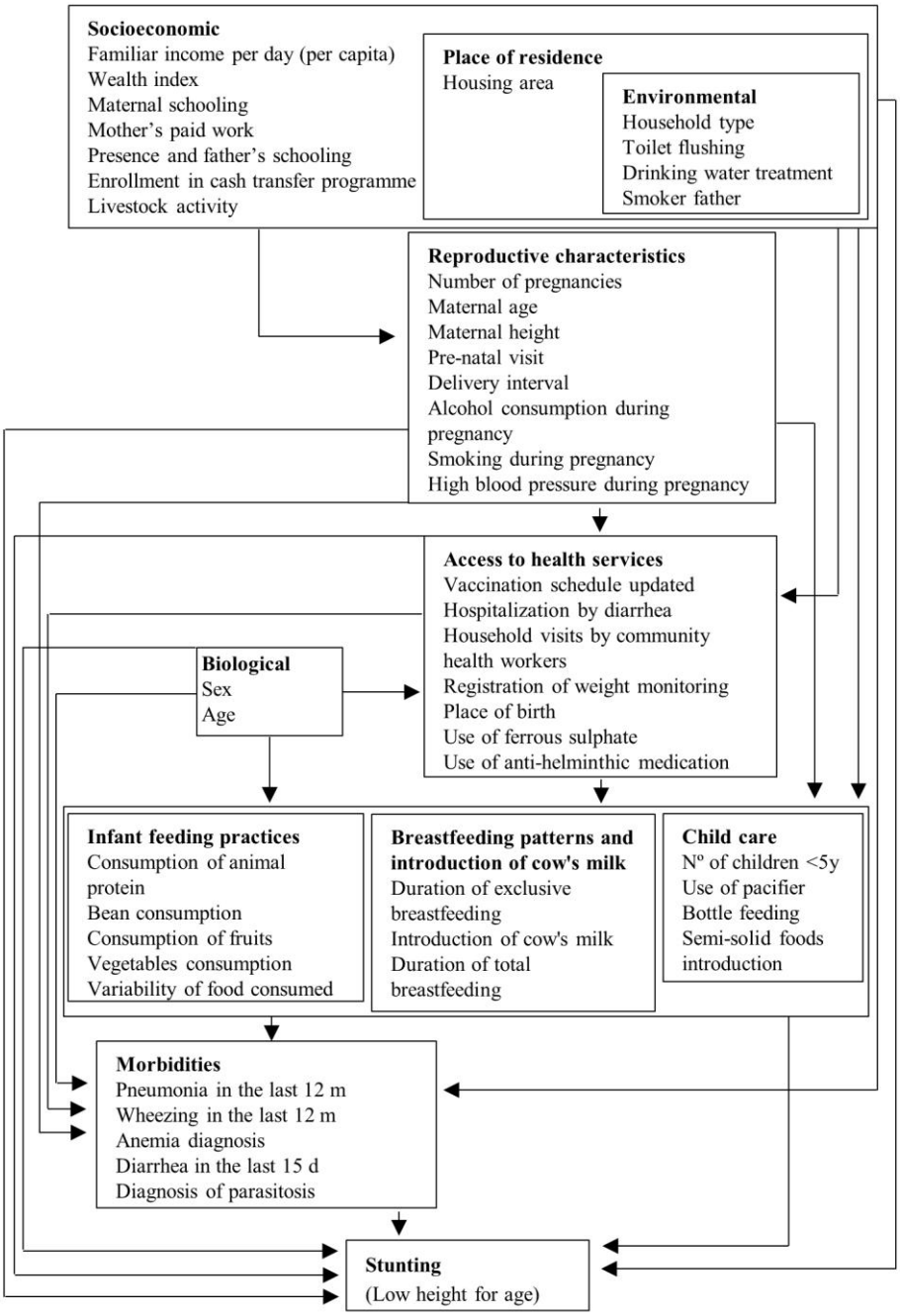
The main outcome of interest was stunting in children with and without indigenous ancestry. Data were double-entered using Epi Info 6.04 software (Center for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, USA), followed by validation. All analyses were performed in the Stata software, version 10.0 (Stata Corp., College Station, TX, USA).

To compare the differences in socioeconomic, environmental, maternal, pregnancy, birth, feeding, health services access, and morbidity characteristics in children according to ethnicity, Pearson's Chi-squared test was used, with a significance level of $p<0.05$, characterizing the profile of the two population segments evaluated.

First, the hierarchical selection of variables to compose multiple models identifying factors associated with stunting was performed using Pearson's Chi-squared test for linear

trend and heterogeneity, with a cutoff of $p<0.20$. The distribution of stunting according to socioeconomic, maternal, and child characteristics took into consideration variables that have been identified in the literature as being associated with stunting following the conceptual model adapted from Victora et al. [24], for both analyzed groups (Fig. 1). Subsequently, adjusted prevalence ratios (PR) and 95% CI were obtained using multiple Poisson regressions with robust variance, built separately for each group. The steps of the modeling were performed as described by Oliveira et al. [25].

Figure 1 – Theoretical model for investigation of stunting between children with and without indigenous ancestry in Jordão, western Brazilian Amazon, 2012



Results

The children studied were grouped into two populations: with and without indigenous ancestry (n = 482 and n = 356, respectively). Household, maternal, and child characteristics according to ancestry are presented in Table 1. Families with indigenous ancestry tend to be of lower socioeconomic status (64.3% live below the poverty line) and more dependent on cash transfer programs (*Programa Bolsa Família*, 69.3%) than those without indigenous ancestry. In the same manner, they have less access to clean water (25.1%) and health services (6 or more prenatal appointments, 11.7%). Their mothers have lower education (<4 years of study, 53.6%). Moreover, most of them live in rural areas (85.7%), in traditional households built with a typical Amazon palm tree, the *paxiúba* (40.7%).

Table 1 – Socioeconomic, demographic, sanitation, and health services access characteristics according to indigenous ancestry of children aged <5 years living in Jordão, western Brazilian Amazon, 2012

	Indigenous ascentry			
	With	***Without***	***P***	***Total***
	n*=482 (%)	n*=356 (%)		n=838 (%)
Familiar income per day ***(per capita)***			<0.001	
< 1.90 US dollars	306 (64.3)	148 (41.8)		454 (54.7)
>=1.90 US dollars	170 (35.7)	206 (58.2)		376 (45.7)
Cash transfer programme			<0.001	
Yes	334 (69.3)	118 (33.1)		452 (53.9)
No	148 (30.7)	238 (66.9)		386 (46.1)
Maternal education (years)			<0.001	
≤ 3	256 (53.6)	90 (27.7)		346 (43.1)
4 – 7	175 (36.6)	100 (30.8)		275 (34.2)
8 - 16	47 (9.8)	135 (41.5)		182 (22.7)
Area			<0.001	
Urban	69 (14.3)	186 (52.2)		255 (30.4)
Rural	413 (85.7)	170 (47.8)		583 (69.6)
Household type			<0.001	
Cement and brick	18 (3.7)	31 (8.7)		49 (5.8)
Milled wooden house	268 (55.6)	277 (77.8)		545 (65.0)
Palm trees (called “Paxiuba”)	196 (40.7)	48 (13.5)		244 (29.1)

*Differences in absolute frequencies correspond to missing values.

Table 1 – Socioeconomic, demographic, sanitation, and health services access characteristics according to indigenous ancestry of children aged <5 years living in Jordão, western Brazilian Amazon, 2012 (Continuação)

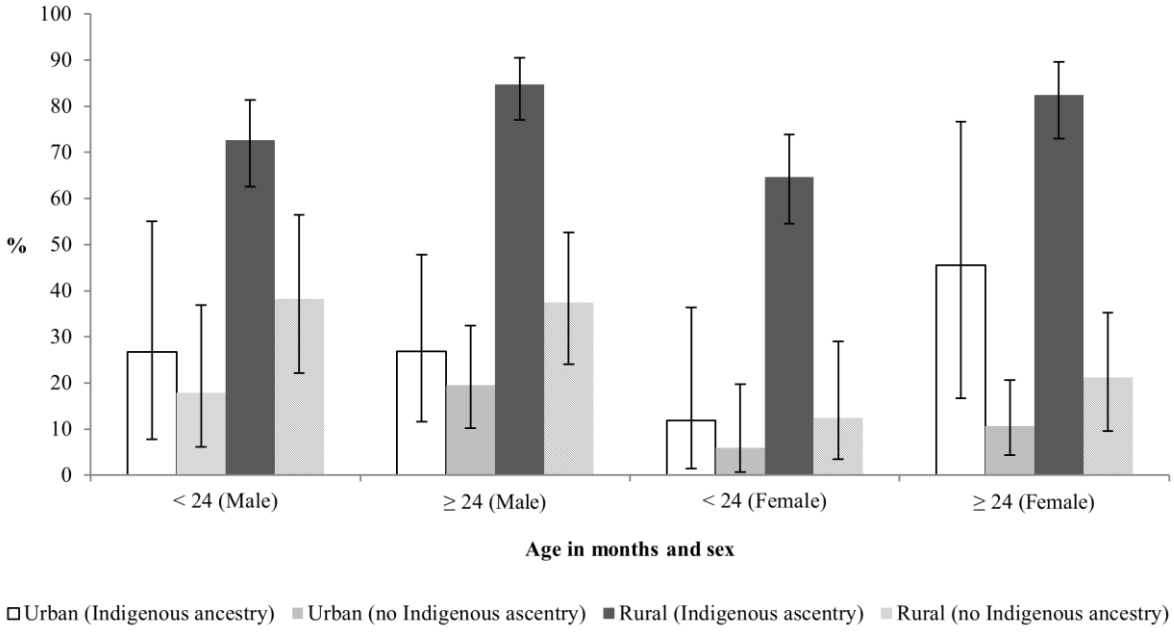
	Indigenous ascentry			
	With	***Without***	***P***	***Total***
	n*=482 (%)	n*=356 (%)		n=838 (%)
Sanitary installation			<0.001	
Absence	121 (25.1)	166 (46.6)		287 (34.2)
Toilet individual (running water)	57 (11.8)	91 (25.6)		148 (17.7)
Toilet public	112 (23.2)	26 (7.3)		138 (16.5)
Pit toilet	192 (39.8)	73 (20.5)		265 (31.6)
Origin of the water used			<0.001	
Public (chlorinated)	67 (14.0)	177 (51.2)		244 (29.6)
Long arm of river (“igarapé”)	131 (27.3)	77 (22.3)		208 (25.2)
River	203 (42.4)	61 (17.6)		264 (32.0)
Other	78 (16.3)	31 (9.0)		109 (13.2)
Number of prenatal appointments			<0.001	
No	60 (12.6)	54 (16.4)		114 (14.1)
1 – 5	362 (75.7)	167 (50.6)		529 (65.5)
6 a 15	56 (11.7)	109 (33.0)		165 (20.4)
Hospitalizations in the latest 5 years			<0.001	
Yes	79 (16.4)	106 (29.8)		185 (22.1)
No	403 (83.6)	250 (70.2)		653 (77.9)
Vegetable consumption			<0.001	
< Once a week	297 (61.6)	175 (49.2)		472 (56.3)
≥ Once a week	125 (25.9)	146 (41.0)		271 (32.3)
< 6 months of age	60 (12.4)	35 (9.8)		95 (11.3)
Duration of exclusive breastfeeding (months)			0.300	
< 4	347 (72.6)	264 (75.9)		611 (74.0)
4 - 6	115 (24.1)	69 (19.8)		184 (22.3)
> 6	16 (3.3)	15 (4.3)		31 (3.8)

*Differences in absolute frequencies correspond to missing values.

There was no statistically significant difference between the groups based on sex; however, the group with indigenous ancestry was younger (<24 months years, 44.5%) than the group without indigenous ancestry (<24 months years, 37.9%). The reported prevalence of stunting, underweight, and wasting in children were 69.3% (95% CI: 64.9–73.3), 12.4% (95% CI: 9.7–15.8) and 1.0% (95% CI: 0.4–2.5) in indigenous ancestry; and 21.9% (95% CI: 17.8–26.6), 3.1% (95% CI: 1.6–5.6) and 0.6% (95% CI: 0.1–2.2) for those without indigenous ancestry (data not shown in tables), respectively. The prevalence of stunting based on sex, area of residence, and indigenous ancestry is presented in Figure 2. Children with indigenous

ancestry, who were male, <24 months years old, and resided in rural areas presented the highest prevalence of stunting.

Figure 2 – Prevalence of stunting by age, sex, area of residence, and indigenous ancestry in children <5 years of age residing in Jordão, western Brazilian Amazon, 2012



We showed in tables only variables included in the theoretical model (Fig. 1) which remained in the final model after adjustments. The socioeconomic, environmental, and maternal reproductive variables used for the construction of multiple stunting models are presented in Table 2. In unadjusted analyses, only for the group of children with indigenous ancestry, the highest prevalences of stunting were observed in families who were registered in cash transfer programs (77.3%) and who did not participate in livestock activity (72.2%). Considering only the group without indigenous ancestry, the highest prevalence of stunting was identified among children whose mothers had high blood pressure in pregnancy (36.0%). In both groups, living with <1.25 USD daily, having mothers educated <4 years and measuring <148 cm, and residing in rural areas also increased the risk of stunting in children.

Table 2 – Prevalence of stunting and crude prevalence ratios by socioeconomic, environmental, and maternal characteristics of children with and without indigenous ancestry

	Stunting prevalence by Indigenous ancestry							
	With **ancestry** (n=334)*				Without **ancestry** (n=78)*			
	n	%	PR	95% CI	n	%	PR	95% CI
Socioeconomic characteristics								
Familiar income per day *(per capita)*	p<0.01					p<0.01		
>=1.90 US dollars	103	60.5	1		27	13.1	1	
< 1.90 US dollars	225	73.5	1.2	1.1; 1.4	50	33.8	2.6	1.7; 3.9
Wealth index	p=0.01					p=0.18		
Richest quartile	53	56.9	1		25	21.5	1	
3rd quartile	63	67.0	1.2	0.9; 1.5	18	19.6	0.9	0.5; 1.6
2nd quartile	103	75.7	1.3	1.1; 1.6	12	16.2	0.7	0.4; 1.4
Poorest quartile	115	72.3	1.3	1.0; 1.6	22	30.6	1.4	0.9; 2.3
Cash transfer programme	p<0.01					p=0.76		
No	76	51.3	1		51	21.4	1	
Yes	258	77.3	1.5	1.3; 1.7	27	22.9	1.1	0.7; 1.6
Maternal education	p<0.01					p=0.14		
≤ 3 years	199	77.7	4.0	2.2; 7.3	24	26.8	1.6	0.8; 2.4
4 – 7 years	125	71.4	3.7	2.0; 6.8	24	24.0	1.5	0.9; 2.7
8 - 16 years	9	19.2	1		22	13.3	1	
Environmental characteristics								
Livestock activity	p=0.02					p=0.52		
Yes	80	61.5	1		38	23.4	1	
No	254	72.2	1.2	1.0; 1.3	40	20.6	0.9	0.6; 1.3
Area								
Urban	18	26.9	1		25	13.4	1	
Rural	316	76.1	2.9	2.0; 4.3	53	31.2	2.3	1.5; 3.6
Sanitary installation	p<0.01					p<0.01		
Toilet individual	25	43.9	1		6	6.6	1	
Absence	83	68.6	1.6	1.1; 2.1	49	29.5	4.5	2.0; 9.7
Pit toilet	145	75.5	1.7	1.3; 2.3	16	21.9	3.3	1.4; 8.1
Toilet public	81	72.3	1.6	1.2; 2.2	7	26.9	4.1	1.5; 9.9
Reproductive characteristics								
Mother's height (cm)	p<0.01					p<0.01		
132.8 a 148.0	295	81.0	11.0	3.8; 33.0	26	32.1	3.1	1.8; 5.5
148.1 a 153.9	36	47.4	6.6	2.2; 20.3	36	30.2	2.9	1.7; 5.1
154.0 a 172.6	3	7.1	1		16	10.3	1	
Delivery interval	p=0.03					p<0.01		
Primiparous	24	53.3	1		12	14.5	1	
15 - 24.0 months	134	69.1	1.3	0.9; 1.7	32	34.8	2.4	1.3; 4.3
24.1 - 144 months	176	72.4	1.4	1.0; 1.8	34	18.8	1.3	0.7; 2.4
Alcohol consumption during pregnancy	p=0.03					p=0.55		
Never drank	264	67.2	1		59	21.2	1	
Yes	70	78.6	1.2	1.0; 1.3	19	24.4	1.1	0.7; 1.8
High blood pressure in pregnancy	p=0.45					p<0.01		
No	226	68.5	1		38	16.3	1	
Yes	105	72.0	1.1	0.9; 1.2	36	36.0	2.2	1.5; 3.3

*Differences in absolute frequencies correspond to missing values.

The variables of health services access, breastfeeding, childcare, and morbidities selected for multivariate analysis are shown in Table 3. In unadjusted analyses, only for children with indigenous ancestry, the variables associated with stunting were intake of cow's milk in the first months of life (Stunting prevalence 72.2%), pacifier use (91.4%), consumption of vegetables <4 times a week (86.3%), having had pneumonia in the last 12 months (87,5%) and diagnostic of infestation for the intestinal parasite *Hymenolepis nana* (84.6%) (data not shown in table). Family income was an important variable to discriminate differences in the stunting prevalence only in children without indigenous ancestry, as well as vaccination schedule updated and infection with ancylostomiasis, as could be verified in the constructed final adjusted regression model.

Table 3 – Prevalence of stunting and crude prevalence ratios by access to health services and child care, feeding practices, pacifier use, and morbidities 15 days prior to the interview in children with and without indigenous ancestry

	Stunting prevalence by Indigenous ancestry							
	With **ancestry** (n=334)				Without **ancestry** (n=78)			
	n	%	PR	95% CI	n	%	PR	95% CI
Access to health service characteristics and child care								
Vaccination schedule updated	*p=0.36*				p=0.15			
No	98	73.7	1		25	26.0	1	
Yes	199	69.3	0.9	0.8; 1.1	26	18.3	0.7	0.4; 1.1
Place of birth	p<0.01				p=0.14			
Hospital	39	34.5	1		56	20.2	1	
Home	295	79.9	2.3	1.8; 3.0	22	27.8	1.3	0.9; 2.1
Use of ferrous sulphate	p<0.01				p=0.13			
No	225	64.8	1		59	20.3	1	
Yes	109	80.7	1.2	1.1; 1.4	19	28.8	1.4	0.9; 2.2
Hospitalization due diarrhea	p=0.14				p=0.07			
No	311	70.2	1		72	23.4	1	
Yes	23	58.9	0.8	0.6; 1.1	6	12.2	0.5	0.2; 1.1

Table 3 – Prevalence of stunting and crude prevalence ratios by access to health services and child care, feeding practices, pacifier use, and morbidities 15 days prior to the interview in children with and without indigenous ancestry (Continuation)

	Stunting prevalence by Indigenous ancestry							
	With **ancestry** (n=334)				Without **ancestry** (n=78)			
	n	%	PR	95% CI	n	%	PR	95% CI
Infant feeding practices								
Introduction of cow's milk (days)	p<0.01				p=0.45			
Never offered	18	46.1	0.7	0.5; 1.0	7	28.0	1.7	0.7; 4.1
0 - 180	280	72.2	1.1	0.9; 1.3	62	22.5	1.4	0.7; 2.6
181 - 1095	36	65.4	1		9	16.4	1	
Introduction of semi-solid foods	p<0.01				p=0.15			
Never offered	27	45	0.6	0.4; 0.8	8	19.5	1.2	0.6; 2.6
0 - 180	174	71.9	1.0	0.9; 1.1	52	25.5	1.5	0.9; 2.5
181 - 1095	133	73.9	1		18	16.2	1	
Vegetable consumption	p<0.01				p=0.56			
< Once a week	239	80.5	1		36	20.6	1	
≥ Once a week	73	58.4	0.7	0.6; 0.8	34	23.3	1.1	0.7; 1.7
Consumption of food of family	p<0.01				p<0.01			
< Once a week	179	84.0	1		24	38.1	1	
≥ Once a week	107	64.5	0.8	0.7; 0.9	41	17.5	0.4	0.3; 0.7
Use of pacifier until the age in the interview	p=0.13			p=0.83				
Never used	263	69.2	1		54	22.8	1	
Child no longer uses	45	77.6	1.1	0.9; 1.3	14	19.4	0.8	0.5; 1.4
Child still uses	26	59.1	0.8	0.7; 1.1	10	21.3	0.9	0.5; 1.6
Morbidities 15 days prior to the interview								
Pneumonia in the last 12 months	p<0.01				p<0.64			
No	250	64.8	1		66	21.5	1	
Yes	84	87.5	1.3	1.2; 1.5	12	24.5	1.1	0.7; 1.9
Presence of Hymenolepis nana	p<0.06				p<0.85			
No	285	67.5	1		70	21.3	1	
Yes	22	84.6	1.2	1.0; 1.5	1	25.0	1.2	0.2; 6.5
Presence of hookworms	p=0.61				p<0.01			
No	281	68.2	1		57	19.1	1	
Yes	26	72.2	1.1	0.8; 1.3	14	40.0	2.1	1.3; 3.3

In the multivariable analysis, the factors which remained being associated with stunting in the final model for children with indigenous ancestry, **among others**, were: alcohol consumption during pregnancy (PR = 1.2 [95% CI: 1.1–1.4]), home birth (PR = 1.5 [95% CI: 1.2–1.8]), pacifier use (PR = 1.2 [95% CI: 1.0–1.5]), and infestation with the intestinal parasite *Hymenolepis nana* (PR = 1.2 [95% CI: 1.1–1.2]), as risk factors. In contrast, vegetable consumption once a week or more (PR = 0.8 [95% CI: 0.8–0.9]) and no consumption of cow's milk by the child (PR = 0.7 [95% CI: 0.5–0.9]) were protective factors (Fig. 3).

Figure 3 – Adjusted prevalence ratios (PR) for factors associated with stunting in children with indigenous ancestry living in Jordão, western Brazilian Amazon, 2012

Block 1 - **SOCIOECONOMIC**	
Wealth index	**Cash transfer programme**
Richest quartile PR=1	No PR=1
3rd quartile PR=1.2 (95%CI:0.9; 1.4)	Yes PR=1.3 (CI:1.1; 1.6)
2nd quartile PR=1.2 (CI:1.0; 1.5)	**Livestock activity**
Poorest quartile PR=1.2 (IC:0.9; 1.4)	Yes PR=1
Maternal education (years)	No PR=1.2 (CI:1.0; 1.4)
8 – 16 PR=1	
4 – 7 PR=3.1 (CI:1.7; 5.7)	R^2 Adjusted = 0.0401
≤ 3 PR=3.4 (CI:1.9; 6.2)	R^2 Crude = 0.0488
Block 2 – **PLACE OF RESIDENCE**	
Area	
Rural PR=1	R^2 Adjusted = 0.0537
Urban PR=2.2 (CI:1.5;3.2)	R^2 Crude = 0.0301
Block 4 - **REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS**	
Maternal height (cm)	**Alcohol consumption during pregnancy**
154.0 – 172.6 PR =1	Never drank PR=1
148.1 – 153.9 PR =4.3 (CI:1.4; 12.9)	Yes PR =1.2 (CI:1.1; 1.4)
132.8 – 148.0 PR =6.3 (CI:2.1; 18.7)	R^2 Adjusted = 0.0776
	R^2 Crude =0.0671
Block 5 - **BIOLOGICAL**	
Age group (months)	
< 12 PR =1	
12 - 23 PR =1.5 (CI:1.3;1.9)	
24 - 35 PR =1.6 (CI:1.3;1.9)	R^2 Adjusted = 0.0873
36 - 47 PR =1.6 CI:1.3;1.9)	R^2 Crude = 0.0111
Block 6 – **ACESS TO HEALTH SERVIÇES**	
Place of birth	**Hospitalization due diarrhea**
Hospital PR=1	No PR=1
Home PR=1.5 (CI: 1.2;1.8)	Yes PR=1.2 (CI:1.0;1.4)
Use of ferrous sulphate	
No RP=1	R^2 Adjusted = 0.0874
Yes RP=1,1 (CI:1.0;1.2)	R^2 Crude = 0.0419
Block 7 – **BREASTFEEDING PATTERNS AND INTRODUCTION OF COW'S MILK**	
Introduction of cow's milk (days)	
181 - 1095 PR=1	
0 - 180 PR=1.0 (CI: 0.9; 1.2)	R^2 Adjusted = 0.0910
Never offered PR=0,7 (CI: 0.5; 0.9)	R^2 Crude = 0,0087
Block 8 – **CHILD CARE**	
Use of pacifier	
Never used PR=1	
Child no longer use PR=1.1 (CI:1.0;1.3)	R^2 Adjusted = 0.0923
Child still uses PR=1.2 (CI:1.0;1.5)	R^2 Crude = 0,0176
Block 9 – **INFANT FEEDING PRACTICE**	
Vegetable consumption	
< Once a week RP=1	R^2 Adjusted = 0.0994
≥ Once a week RP=0.8 (CI: 0.8; 0.9)	R^2 Crude = 0.0374
Block 10 – **MORBIDITIES**	
Pneumonia in the last 12 months	**Control variable**
No PR=1	Entamoeba Hystolitica
Yes PR=1.1 (CI:1.1;1.2)	Anemia
Presence of Hymenolepis nana	
No RP=1	R^2 Adjusted = 0.1030
Yes RP=1.2 (CI:1.1;1.2)	R^2 Crude = 0.0266

Nota: R^2 apresentado na Figura 3 se refere ao valor de pseudo R^2 do modelo de regressão de Poisson.

For non-indigenous children, the main associated factors were: delivery interval <24 months (PR = 2.2 [95% CI: 1.1–4.6]), high blood pressure during pregnancy (PR = 2.0 [95% CI: 1.2–3.2]), semisolid food offering <6 months (PR = 1.7 [95% CI: 1.1–2.5]), and ancylostomiasis (PR = 1.6 [95% CI: 1.0–2.6]) as risk factors; while vaccination schedule updated (PR = 0.6 [95% CI: 0.4–0.9]) and consumption of the family meals by the child ≥1 time per week (PR = 0.5 [95% CI: 0.4–0.8]) were protective factors (Fig. 4). Pseudo R^2 of the final model was lower for the group of children with indigenous ancestry compared to those without indigenous ancestry.

Figure 4 – Adjusted prevalence ratios (PR) for factors associated with stunting in children without indigenous ancestry living in Jordão, western Brazilian Amazon, 2012

Block 1 - **SOCIOECONOMIC**	
Familiar income per day (per capita) ≥1.25 US dollars PR=1 < 1.25 US dollars PR=2.2 (IC:1.2;3.7)	R^2 Adjusted = 0.0438 R^2 Crude = 0.0612
Block 2 – **PLACE OF RESIDENCE**	
Area Urban PR=1 Rural PR=1.7 (IC:1.0;2.8)	R^2 Adjusted = 0.0546 R^2 Crude = 0.0330
Block 3 – **ENVIRONMENTAL**	
Sanitary installation Toilet individual PR=1 Absence PR=2.3 (CI:0.9; 5.7) Pit toilet PR=2.1 (CI:0.8; 5.5) Toilet public PR=4.1 (CI:1.5; 10.8)	R^2 Adjusted = 0.0715 R^2 Crude = 0,0723
Block 4 - **REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS**	
Maternal height (cm) 132.8 – 148.0 PR=2.8 (CI:1.5;5.2) 148.1 – 153.9 PR=2.4 (CI:1.4;4.1) 154.0 – 172.6 PR=1 **Delivery interval** Primiparous PR=1 15 – 24.0 messes PR=2.2 (CI:1.1;4.6) 24.1 - 144 meses PR=1.5 (CI:0.7;3.1)	**High blood pressure in pregnancy** No RP=1 Yes RP=2.0 (IC:1.2;3.2) **Control variable** Maternal age Pre-natal visit R^2 Adjusted = 0.1334 R^2 Crude = 0.1210
Block 5 - **BIOLOGICAL**	
Sex Female RP=1 Male RP=2.0 (CI:1.3;2.9)	**Control variable** (Child age) R^2 Adjusted = 0.1547 R^2 Crude = 0.0193
Block 6 – **ACCESS TO HEALTH SERVIÇES**	
Vaccination schedule updated No PR=1 Yes PR=0.6 (CI:0.4; 0.9)	R^2 Adjusted = 0.1570 R^2 Crude = 0.0319
Block 8 – **CHILDCARE**	
Introduction of semi-solid foods (days) 181 - 1080 PR=1 1 - 180 PR=1.7 (CI:1.1;2,5) Never offered PR=1.5 (CI:0.7;3.1)	R^2 Adjusted = 0.1653 R^2 Crude = 0.0819
Block 9 – **INFANT FEEDING PRACTICES**	
Consumption of food of family >= once a week PR=1 < once a week PR=0.5 (CI:0.4;0.8)	R^2 Adjusted = 0.1705 R^2 Crude = 0.0415
Block 10 – **MORBIDITIES**	
Presence of hookworms Yes PR=1 No PR=1.6 (IC:1.0;2.6)	R^2 Adjusted = 0.1760 R^2 Crude = 0.278

Nota: R^2 apresentado na Figura 4 se refere ao valor de pseudo R^2 do modelo de regressão de Poisson.

Discussion

In this population-based cross-sectional study of children living in rural and urban areas in the Brazilian Amazon, we found significant differences in the prevalence of stunting between the two groups studied (children with and without indigenous ancestry) as well as in the factors associated with this outcome according to ethnicity.

The prevalence of stunting observed in the two groups studied was categorized as very high according to WHO criteria [18], being higher for children with indigenous ancestry than for those from Africa in general (32.0%). This was similar to the prevalence observed in some parts of rural Africa [26], and almost three times the percentage found for children from Southeast Asia (25.1%) [1] and for the general Brazilian indigenous population (25.7%) [6]. In the current study, children ≥24 months who were male, with indigenous ancestry, and living in rural areas showed the highest prevalence of stunting overall. These findings are similar to those reported in the First Brazilian Indigenous Health Survey [6] indicating the relevance nutritional deficiencies for this portion of the population.

In our study, children without indigenous ancestry presented stunting 200.0% higher than the prevalence observed for the Brazilian population (~7.0%) as reported by the latest Brazilian National Demographic and Health Survey [27]. Although progress has been made in reducing stunting on a national basis in Brazil, important differences still remain among certain population groups, such as those living in the North Brazilian region, which faces the highest burden of stunting of the country (15.0% prevalence) when compared with other regions (6.0% in the Midwest, Northeast, and Southeast, and 8.0% in the South) [27].

Comparative analyses of the socioeconomic, environmental, sanitation, health services access, diet and health characteristics of both groups with and without indigenous ancestry, in the current study, showed substantially different contexts, even in a rural town that is isolated and considered seemingly homogeneous. The first group showed lower access to electrical

service, lower income, and lower purchasing power, requiring more social program coverage than their counterpart. Additionally, important cultural differences that affect perception and interaction of the individual with the environment [28], such as eating habits, should be considered.

The hierarchical analysis showed a different quantity of variables associated with stunting for distal factors among families of children with and without indigenous ancestry. In the first group of eight variables tested, four remained associated, while in the second, only family income per capita was retained in the final model. This finding suggests a strong socioeconomic component in stunting among indigenous populations that cannot be overcome by 2 USD per person per day because of complex barriers to access to goods and services, such as the distance from the city center, higher travel costs, and limited provision of local products, identified in the present study. The cash transfer programmer and the indigenous health subsystem, also present limited results on stunting in this group of children resident in the rural Amazonian because of this barriers to access.

Analytical parameters also showed differences between the groups studied. The set of variables related to maternal characteristics presented the greatest pseudo R^2 values for both groups. The gross values for children without indigenous ancestry were ~2 times that of those observed for children without indigenous ancestry, showing the explanatory power of these variables [29]. Maternal height had the highest pseudo R^2 of the study, signaling the combination of genetic and environmental components of the outcome. This variable is recognized as an important component of child growth [30].

The variables of access to health services composed the single block whose pseudo value R^2 group of indigenous ancestry was higher than that without indigenous ancestry, indicating that improvement of access to health in this group has repercussions in reducing the burden of disease in this group and affecting positively growth [31].

Among children with indigenous ancestry, variables related to the incorporation of negative habits present in the surrounding society such as pacifier use in the first years of life, early introduction of cow's milk, and alcohol consumption during pregnancy interfere markedly in stunting prevalence, notwithstanding the presence of the cestode *Hymenolepis nana*. These first results show the influence of acculturation for specific population groups, such as indigenous peoples [32]. The deleterious effect of incorporation of negative behavior, external of their culture, has been already observed in studies for other outcomes [33-34], revealing the importance of immersion in another symbolic set for the development of negative outcomes for minorities [7] including deficits of child growth, especially in the first year of life [35].

The evaluation of incorporated negative habits shows that: exposure to alcohol may interfere with fetal development, increasing preterm birth risk [36], and consequential low birth weight and birth length. The pacifier's use is related to intestinal infections [37] and interferes with breastfeeding patterns [38], two important determinant factors of stunting. Moreover, pacifier use also serves as a marker of environmental contamination conditions and of hygiene care offered to children [39], especially at the stage in which the infant is crawling or starting to walk.

Regarding the adoption of eating habits external to their culture for the group of children with indigenous ancestry, studies suggest that the early use of whole milk has a negative effect on linear growth [40] as well as anemia and iron deficiency [41]. These practices are often based on the mothers' attitudes and perceptions, especially by those who still believe that they have insufficient milk, and that breastfeeding alone will not satisfy the infant's hunger [42]. In contrast, exclusive *breastfeeding* for *6 months* of age provides advantages for the child, mother, and society including improvement of physical growth and motor development [43], beyond reducing respiratory diseases [44], and incidence of

hospitalization [45]. Strategies involving the promotion of breastfeeding and proper complementary feeding are fundamental to improving the nutritional status and preventing stunting [2, 46].

The introduction of cow's milk in the feeding of children from Indigenous families is a reflection of the process of changes in traditional lifestyle, reinforcing the need to assess carefully the practices and habits embedded in their culture, especially in this context of greater reliance on the natural environment [47]. At the same time, our findings show that the adoption of healthy eating habits including consumption of vegetables and legumes contributes to children's growth, and this is true even in poor localities like Northeast Africa [48], pointing out the importance of diet variability in the indigenous context.

Another factor associated with stunting for the group with indigenous ancestry was infection with *Hymenolepis nana*, a species of tapeworm that infects humans and some rodents. This parasite can cause severe diarrhea, fatigue, and severe weight loss, among other symptoms [49] contributing both direct and indirectly to the greater occurrence of stunting in this group, in addition to being a marker of health conditions where the child resides.

On the other hand, for the group of children without indigenous ancestry, the main factors related to stunting were: maternal variables related to the reproductive process (birth interval and the occurrence of high blood pressure during pregnancy), food practices during early childhood, such as the introduction of semi-solid food at <6 months of age and infection by hookworm.

These findings reinforce the importance of the initial conditions of a child's life as they relate to successive gains in height. The occurrence of a new pregnancy within 24 months can cause overload in a mother's body, as well as affect division of care offered among children [50]. Hypertension during pregnancy contributes to the complex causation of stunting because it interferes with two other important factors of intrauterine growth stages of the child: birth

weight and prematurity [51]. Aside from the effect on children's physical growth, this factor requires special attention by the health teams during the monitoring of pregnancy.

In addition to gestational factors for this group, beginning complementary feeding early (<6 months) favors the occurrence of stunting, because the body has not completed the maturation of the gastrointestinal tract yet, to digest foods other than breastmilk, such as gruel and porridge made with whole cow's milk [46]. The consumption of a family meal at least once a week was also associated with a lower prevalence of stunting, indicating the importance of food diversity to reduce this outcome [52]. These findings were also found in other low-income countries [53]. Studies show that albeit the early introduction of foods is a common practice in many parts of the world [54, 27, 2], produces negative effects on child health including deficits in growth and development. Beyond that, there is the food industry's pressure to promote consumption of processed baby food [2].

Concerning the association between stunting and infection by hookworm observed in our study, we know this type of infection can produce exfoliation in the host organism and may trigger a chronic pathologic process as well as signs and symptoms such as abdominal cramping and loss of appetite. Other studies indicate its relation to height deficits [55] in addition to other outcomes such as anemia [56]. This scenario reinforces initiatives that improve sanitation conditions and hygiene in addition to encouraging investment in deworming for poor localities and with high nutritional risk [55].

The final models of factors associated with stunting in this study showed that even with a greater number of explanatory variables, the group of children with indigenous ancestry presented pseudo-adjusted R^2 values lower than the group that was not of indigenous ancestry. This may indicate a greater homogeneity among the members of the first group of children, as well as a limitation of the variables traditionally used in the study of associated factors in capturing differences in the odds of stunting among children of indigenous ancestry.

A portion of this latter limitation may be attributed to difficulties in understanding the issues due to language barriers [57]. However, even variables obtained directly by the research team, such as maternal height, showed the same pattern of explanation.

Because of their greater vulnerability and differences in factors related to the development of stunting, special attention should be given to people with indigenous ancestry. In this perspective, creating a pact to help combat inequalities between indigenous and non-indigenous peoples ("Close the Gap") should be a state agenda [58]. The involvement of managers, professionals and the community in the construction of protocols to ensure quality care is crucial [9].

Considering children with indigenous ancestry, health strategies and actions focused on the child and family, during early childhood, that discourage the incorporation of practices and negative habits of the surrounding society, should be implemented, and based on primary health care that has been culturally adjusted [59]. While for the group of children without indigenous ancestry, actions should focus on: improving care for pregnant women, family planning, promotion of exclusive breastfeeding until the sixth month of life, and timely introduction of the complementary feeding.

There are some limitations and strengths of the present study that should be taken into consideration: the absence of information on low birth weight and gestational age, justified by the high homebirth number (more than half); the lowest number of children with indigenous ancestry residing in the urban area causing the enlargement in the confidence intervals of stunting prevalence; and lastly, language barriers [57] that could hinder the understanding of issues, even in the presence of translators people.

There are several strengths to the study, including being an important initiative of investigation of nutrition outcomes and health child in the Brazilian Amazon, which helps to identify ethnic differences that have an impact on child growth in a context of extreme

vulnerability. A simple random probability sample was obtained (no design effects in the results) including the rural population. The results of our study were based on direct and standardized length and height measures for both children and their mothers. Moreover, a response ratio of 96.0% was obtained for all samples, even in the context of a difficult-to-access area like this.

Conclusion

Stunting was high, especially in indigenous children. Housing area was an important variable for both groups (indigenous and non-indigenous). However, there are important differences in the determinants among children with and without indigenous ancestry, with the first group presenting variables linked to proximity with the surrounding society as being unfavorable, and the second, with those related to pregnancy. The theoretical model variables showed less explanatory power for the occurrence of stunting in the group of children with indigenous ancestry compared to those without, and corresponded to greater homogeneity among families with indigenous ancestry beyond a limitation of these traditional variables to capture differences in factors associated with stunting in this group.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge all children and their families who participated in the study and all municipal populations for their reception, the health professionals of Polo Indigenous Health, the Pastoral of Children as well as our fieldwork research team for their invaluable collaboration.

References

1. UNICEF, WHO, World Bank Group joint malnutrition estimates. Levels and trends in child malnutrition. Key findings of the 2015 edition. 2015.
2. Bhutta ZA, Ahmed T, Black RE, Cousens S, Dewey K, Giugliani E, et al. What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival. Lancet. 2008; 371(9610):417-40. doi: 10.1016/S0140-6736(07)61693-6.
3. WHO. World Health Organization. World Health Statistics; 2015. Available in: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2015/en/. Accessed in: 18 de novembro 2016.
4. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. Lancet. 2013; 382(9890):427-51. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60937-X.
5. Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B; International Child Development Steering Group. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. Lancet. 2007; 369(9555):60-70.
6. Horta BL, Santos RV, Welch JR, Cardoso AM, dos Santos JV, Assis AM, et al. Nutritional status of indigenous children: findings from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition in Brazil Int J Equity Health. 2013; 12:23. doi: 10.1186/1475-9276-12-23.
7. Sayers SM. Indigenous Newborn Care. Pediatr Clin N Am. 2009; 56(6): 1243–1261. doi:10.1016/j.pcl.2009.09.009.
8. Chen L, Xiao L, Auger N, Torrie J, McHugh NG, Zoungrana H, et al. Disparities and Trends in Birth Outcomes, Perinatal and Infant Mortality in Aboriginal vs. Non-

Aboriginal Populations: A Population-Based Study in Quebec, Canada 1996-2015. PLoS One. 2015 Sep 23;10(9):e0138562. doi: 10.1371/journal.pone.0138562.

9. McAuley K, McAullay D, Strobel NA, Marriott R, Atkinson DN, Marley JV, et al. Hospital Utilisation in Indigenous and Non-Indigenous Infants under 12 Months of Age in Western Australia, Prospective Population Based Data Linkage Study. PLoS One. 2016; 11(4):e0154171. doi: 10.1371/journal.pone.0154171.
10. Mitrou F, Cooke M, Lawrence D, et al. Gaps in Indigenous disadvantage not closing: a census cohort study of social determinants of health in Australia, Canada, and New Zealand from 1981–2006. BMC Public Health. 2014;14:201. doi: 10.1186/1471-2458-14-201.
11. Monteiro CA, Benicio MH, Konno SC, Silva AC, Lima AL, Conde WL. Causes for the decline in child under-nutrition in Brazil, 1996-2007. Rev Saude Publica. 2009 Feb;43(1):35-43.
12. World Bank Group. World Development Indicators, 2016. Available in: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23969/9781464806834.pdf. Accessed in: 10/08/2016
13. IBGE. Demographic Center. Results of the universe related to the characteristics of the population and households. Rio de Janeiro, n.18, 2010. Available in: http://www.ibge.gov.br/indigenas/indigena_censo2010.pdf. Accessed in: 25/08/2013.
14. PNUD - United Nations Development Program. Atlas of Human Development in Brazil; 2013. Available in:
15. http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx. Accessed in:18 de novembro de 2016.

16. Benício MH, Martins AP, Venancio SI, Barros AJ. Estimates of the prevalence of child malnutrition in Brazilian municipalities in 2006. Rev Saude Publica. 2013; 47(3):560-70. doi: 10.1590/S0034-8910.2013047004379.

17. Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS). Available in: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/inf10ac. def. Accessed in 09/09/2015.

18. Araújo TS, Oliveira CSM, Muniz PT, Silva-Nunes M, Cardoso MA. Child undernutrition in one of the cities with greater nutritional risk in Brazil: population-based study in the Western Brazilian Amazon. Rev. bras. epidemiol. 2016; 19(3): 554-566. doi: 10.1590/1980-5497201600030007

19. WHO Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organ Tech Rep Ser. (1995); 854, 1–452.

20. WHO. World Health Organization. Length/Height-for-Age, Weight-for-Age, Weight-for-Length, Weight-for-Height and Body Mass Index-for-Age: Methods and Development**.** Geneve: WHO 2006. Available in: http://www.who.int/childgrowth /standards/Technical_report.pdf. Accessed in: 18 de novembro 2016.

21. Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, Rosner B, Bain C, Witschi J, Hennekens CH, Speizer FE. Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. Am J Epidemiol. 1985; 122(1):51-65.

22. World Health Organization/United Nations Children's Fund/United Nations University. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention and control. A guide for programme managers. Geneva: World Health Organization; 2001.

23. Filmer D, Pritchett LH: Estimating wealth effects without expenditure data-or tear: an application to educational enrolments in states of India. Demography 2001, 38(1):115-32.

24. Gyorkos TW, MacLean JD, Law CG. Absence of significant differences in intestinal parasite prevalence estimates after examination of either one or two stool specimens. Am J Epidemiol. 1989; 130(5):976-80.

25. Victora CG, Huttly SR , Fuchs SC et al. (1997) The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. Int J Epidemiol. 1997; 26(1):224-7.

26. Oliveira CS, Cardoso MA, Araújo TS, Muniz PT. Anemia em crianças de 6 a 59 meses de idade e fatores associados em Jordão, Estado do Acre, Brasil. Cad Saude Publica. 2011; 27 (5): 1008-1020.

27. Nordang S, Shoo T, Holmboe-Ottesen G, Kinabo J, Wandel M. Women's work in farming, child feeding practices and nutritional status among under-five children in rural Rukwa, Tanzania. Br J Nutr. 2015 Nov 28;114(10):1594-603. doi: 10.1017/S0007114515003116.

28. Ministério da Saúde (Brazil). Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança. Brasilia: MS; 2009:302. Portuguese. Available in: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/pesquisa_demografia.pdf. Accessed in:18 de novembro de 2016.

29. Istomin KV, Panáková J, Heady P. Culture, perception, and artistic visualization: a comparative study of children's drawings in three Siberian cultural groups. Cogn Sci. 2014 Jan-Feb;38(1):76-100. doi: 10.1111/cogs.12051.

30. Ramalho AA, Mantovani SA, Delfino BM, Pereira TM, Martins AC, Oliart-Guzmán H, et al. Nutritional status of children under 5 years of age in the Brazilian Western Amazon before and after the Interoceanic highway paving: a population-based study. BMC Public Health. 2013; 13:1098. doi: 10.1186/1471-2458-13-1098.

31. Kozuki N, Katz J, Lee AC, Vogel JP, Silveira MF, Sania A, et al. Short Maternal Stature Increases Risk of Small-for-Gestational-Age and Preterm Births in Low- and Middle-Income Countries: Individual Participant Data Meta-Analysis and Population Attributable Fraction. J Nutr. 2015 Nov;145(11):2542-50. doi: 10.3945/jn.115.216374.
32. Bar-Zeev SJ, Kruske SG, Barclay LM, Bar-Zeev N, Kildea SV. Adherence to management guidelines for growth faltering and anaemia in remote dwelling Australian Aboriginal infants and barriers to health service delivery. BMC Health Serv Res. 2013; 13:250. doi: 10.1186/1472-6963-13-250.
33. Morris, K. Loss of land could threaten health of Sami people. Lancet. 2009 Jul 4;374(9683):15-6.
34. Zemore SE. Acculturation and alcohol among Latino adults in the United States: a comprehensive review. Alcohol Clin Exp Res. 2007; 31(12):1968-90. doi: 10.1111/j.1530-0277.2007.00532.x.
35. Chartier K, Caetano R. Ethnicity and health disparities in alcohol research. Alcohol Res Health. 2010; 33(1-2):152-60.
36. Kuehn D1, Aros S, Cassorla F, Avaria M, Unanue N, Henriquez C, et al. A prospective cohort study of the prevalence of growth, facial, and central nervous system abnormalities in children with heavy prenatal alcohol exposure. Alcohol Clin Exp Res. 2012; 36(10):1811-9. doi: 10.1111/j.1530-0277.2012.01794.x.
37. Nykjaer C, Alwan NA, Greenwood DC, Simpson NAB, Hay AWM, White KLM, et al. Maternal alcohol intake prior to and during pregnancy and risk of adverse birth outcomes: evidence from a British cohort. J Epidemiol Community Health 2014;68:542-549. doi:10.1136/jech-2013-202934.
38. Festini F, Giusti F, Paoletti E, Biancalani L, Poggi GM. Is early use of pacifier a risk factor for diarrhea? Minerva Pediatr. 2012; 64(3):303-5.

39. Buccini GD, Pérez-Escamilla R, Paulino LM, Araújo CL, Venancio SI. Pacifier use and interruption of exclusive breastfeeding: Systematic review and meta-analysis. Matern Child Nutr. 2016 Nov 14. doi: 10.1111/mcn.12384.

40. Norte K, Fleming P, Golding J, and the ALSPAC Study Team. Pacifier Use and Morbidity in the First Six Months of Life. Pediatrics. 1999; 103(3):E34. Doi: 10.1542 / peds.103.3.e34.

41. Clemens RA, Hernell O, Michaelsen KF (eds): Milk and Milk Products in Human Nutrition. Nestlé Nutr Inst Workshop Ser Pediatr Program, vol 67, pp 29–40, Nestec Ltd., Vevey/S. Karger AG, Basel, © 2011 (DOI:10.1159/000325573)

42. Parkin PC, DeGroot J, Maguire JL, Birken CS, Zlotkin S. Severe iron-deficiency anaemia and feeding practices in young children. Public Health Nutr. 2016; 19(4):716-22. doi: 10.1017/S1368980015001639.

43. Piwoz E.G., Black R.E., Lopez de Romana G., Creed de Kanashiro H., Brown K.H. The relationship between infants' preceding appetite, illness, and growth performance and mothers' subsequent feeding practice decisions. Soc Sci Med. 1994; 39(6):851-60. doi:10.1016/0277-9536(94)90047-7.

44. Fewtrell MS1, Morgan JB, Duggan C, Gunnlaugsson G, Hibberd PL, Lucas A, et al. Optimal duration of exclusive breastfeeding: what is the evidence to support current recommendations? Am J Clin Nutr. 2007; 85(2):635S-638S.

45. Yarnoff BO, Allaire BT, Detzel P. Associations between Infant Feeding Practices and Length, Weight, and Disease in Developing Countries. Front Pediatr. 2013; 1:21. doi: 10.3389/fped.2013.00021.

46. Ajetunmobi OM, Whyte B, Chalmers J, Tappin DM, Wolfson L, Fleming M, et al. Breastfeeding is associated with reduced childhood hospitalization: evidence from a

Scottish Birth Cohort (1997-2009). J Pediatr. 2015; 166(3):620-5.e4. doi: 10.1016/j.jpeds.2014.11.013.

47. Arabi M, Frongillo EA, Avula R, Mangasaryan N. Infant and young child feeding in developing countries. Child Dev. 2012; 83(1):32-45. doi: 10.1111/j.1467-8624.2011.01675.x.
48. Gracey M, King M. Indigenous health part 1: determinants and disease patterns. Lancet. 2009; 374(9683):65-75. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60914-4.
49. Umeta M, West CE, Verhoef H, Haidar J, Hautvast JG. Factors associated with stunting in infants aged 5-11 months in the Dodota-Sire District, rural Ethiopia. J Nutr. 2003 Apr;133(4):1064-9.
50. Cabada MM, Morales ML, Lopez M, Reynolds ST, Vilchez EC, Lescano AG, et al. Hymenolepis nana Impact among Children in the Highlands of Cusco, Peru: An Emerging Neglected Parasite Infection. Am J Trop Med Hyg. 2016; 95(5):1031-1036. doi:10.4269/ajtmh.16-0237.
51. Altare C, Delbiso TD, Mutwiri GM, Kopplow R, Guha-Sapir D. Factors Associated with Stunting among Pre-school Children in Southern Highlands of Tanzania. J Trop Pediatr. 2016; 62(5):390-408. doi: 10.1093/tropej/fmw024.
52. Hayes DK, Feigal DW, Smith RA, Fuddy LJ. Maternal asthma, diabetes, and high blood pressure are associated with low birth weight and increased hospital birth and delivery charges; Hawai'i hospital discharge data 2003-2008. Hawaii J Med Public Health. 2014; 73(2):49-57
53. Arimond M, Ruel MT. Dietary diversity is associated with child nutritional status: evidence from 11 demographic and health surveys. J Nutr. 2004; 134(10):2579-85.
54. Marriott B, White A, Hadden L, Davies JC, Wallingford JC. World Health Organization infant and young child feeding indicators: associations with growth

measures in 14 low-income countries. Matern Child Nutr. 2012 Jul;8(3):354-70. doi: 10.1111/j.1740-8709.2011.00380.x.

55. Saaka M, Wemakor A, Abizari AR, Aryee P, 2015. How well do WHO complementary feeding indicators relate to nutritional status of children aged 6–23 months in rural northern Ghana? BMC Public Health. 2015; 15:1157. doi: 10.1186/s12889-015-2494-7.
56. Campbell SJ, Nery SV, Doi SA, Gray DJ, Soares Magalhães RJ, McCarthy JS, et al. Complexities and Perplexities: A Critical Appraisal of the Evidence for Soil-Transmitted Helminth Infection-Related Morbidity. PLoS Negl Trop Dis. 2016; 10(5):e0004566. doi: 10.1371/journal.pntd.0004566.
57. Jonker FA, Calis JC, Phiri K, Brienen EA, Khoffi H, Brabin BJ, et al. Real-time PCR Demonstrates Ancylostoma duodenale Is a Key Factor in the Etiology of Severe Anemia and Iron Deficiency in Malawian Pre-school Children. PLoS Negl Trop Dis. 2012;6(3):e1555. doi: 10.1371/journal.pntd.0001555.
58. Perales F, Baffour B, Mitrou F. Ethnic Differences in the Quality of the Interview Process and Implications for Survey Analysis: The Case of Indigenous Australians. PLoS One. 2015; 10(6): e0130994. doi: 10.1371/journal.pone.0130994.
59. Stephens C, Porter J, Nettleton C, Willis R. Disappearing, displaced, and undervalued: a call to action for Indigenous health worldwide. Lancet. 2006; 367(9527):2019-28.
60. Ah Chee D, Boffa JD, Tilton E. Towards an integrated model for child and family services in central Australia. Med J Aust. 2016; 205(1):8. doi:10.5694/mja16.00385.

Financial Support

This work was supported by the Ministry of Health of Brazil with administrative and financial management by the National Counsel of Technological and Scientific Development, (CNPq -

http://cnpq.br/); State Department of Health of Acre (SESACRE - www.saude.ac.gov.br/); Technology Foundation of the State of Acre (FUNTAC - www.funtac.ac.gov.br/), PPSUS notice – PROJ0551141, Process nº 0037309-4/2010. The views expressed in this manuscript do not necessarily reflect those of the Ministry of Health of Brazil. Neither of the organizations involved in supporting this work had a role in the analysis or interpretation of the data.

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

Authors' contributions

Conceptualization: TSA FCN; data curation: TSA CSMO VCCD FHPM CMAP; formal analisis: TSA MSN FCN; funding acquisition: TSA; investigation: TSA CSMO VCCD FHPM CMAP; methodology: TSA MSN FCN; project administration: TSA; resources: TSA MSN; surpervision: TSA CSMO; validation: TSA CSMO; visualization: TSA CSMO VCCD FHPM CMAP MSN FCN; writing original draft: TSA CSMO MSN FCN; writing review e editing of the manuscript: TSA CSMO VCCD FHPM CMAP MSN FCN.

5 CONCLUSÕES

Foi identificada tendência heterogênea na prevalência de desnutrição infantil com redução da prevalência no meio urbano e aumento no rural. Na área urbana, esse declínio pode ser atribuído, sobretudo à ampliação da cobertura de assistência pré-natal, redução da pobreza e melhora das condições de nascimento. Já na área rural, o aumento da prevalência de desnutrição pode ser explicado pela diminuição da produção de alimentos da agricultura familiar, aumento da proporção de mães com altura reduzida e do poder de compra das famílias. O aumento de mães com altura reduzida verificada na área rural, acompanhada de elevação na prevalência de desnutrição infantil forma um cenário preocupante semelhante ao verificado para algumas regiões da África Subsaariana e na contramão da tendência mundial de queda deste agravo.

Através das técnicas de análise espacial foi possível detectar áreas de elevada probabilidade de ocorrência de desnutrição, sobretudo em regiões localizadas próximas a sua cabeceira, indicando a importância que as condições de acesso apresentam na determinação deste agravo no interior da Amazônica. Esse cenário é ainda mais grave para a população de crianças com ascendência indígena que vivem nessas áreas e chegam a apresentar prevalências de desnutrição superiores a 80%. A modelagem espacial permitiu testar a dependência espacial e identificar variáveis nos três níveis de determinação relacionadas à desnutrição (proximal, medial e distal). Após o controle para o espaço e demais covariáveis as diferenças de risco entre as áreas de maior probabilidade desde desfecho perderam a significância estatística, indicando a força explicativa do modelo para esse contexto. Características distais ao desfecho, como escolaridade materna inferior a três anos de estudo e residir em área rural; mediais como o consumo de álcool durante a gestação e proximais como a pneumonia no ultimo ano se destacam como fator relacionado aos déficits de estatura. Fatores como à pobreza e as desigualdades sociais apesar de marcantes no município, não conseguem explicar completamente as diferenças nas prevalências e nas OR de desnutrição verificadas, contudo, coloca em segundo plano a importância do componente genético e de inadequação do padrão de referencia, em virtude de seu potencial de formação de ambientes alimentares extremamente frágeis, que impactam acentuadamente o crescimento infantil.

As crianças com ascendência indígena apresentam prevalências de desnutrição maiores quando comparadas àquelas sem ascendência indígena. O estudo dos fatores associados à desnutrição entre esses grupos mostrou diferenças importantes nas variáveis relacionados a esse agravo, com o primeiro apresentando variáveis ligadas a incorporação de hábitos negativos da sociedade envolvente como o consumo de álcool durante a gestação, o uso de chupeta e a introdução de leite de vaca integral e a introdução precoce da dieta complementar como fatores relacionados à desnutrição, enquanto no segundo, variáveis ligadas à gestação tiveram maior peso. Além disso, verificou-se um menor poder explicativo do modelo de fatores associados entre o grupo com ascendência indígena, apesar do maior número de variáveis estatisticamente associadas, indicando uma limitação de determinantes tradicionais na explicação do desfecho além de maior homogeneidade nesse grupo.

As condições socioeconômicas, de acesso a bens duráveis, serviços e alimentos além de um possível componente genético presentes na região amazônica, modulados por fatores naturais presentes em sua paisagem, sobretudo em seu contexto rural, produzem resultados heterogêneos sobre o padrão de crescimento infantil e revelam a dificuldade de intervenções nessa realidade. Este cenário complexo pode ser utilizado para uma melhor compreensão dos motivos que fizeram com que a região se distanciasse do restante do país e não conseguisse atingir os mesmos resultados verificados no Nordeste brasileiro, sobretudo para o grupo de crianças com ascendência indígena e entre aqueles sem ascendência indígena residentes na área rural que apresentam maior dificuldade de acesso aos bens e serviços disponibilizados na área urbana. Nessa perspectiva, a implementação de políticas públicas que foquem na redução da pobreza e da desigualdade social, que impactam substancialmente no crescimento infantil, devem levar em consideração as particularidades e as especificidades da população amazônica.

6 REFERÊNCIAS

Aburto NJ, Ramirez-Zea M, Neufeld LM, Flores-Ayala R. Some indicators of nutritional status are associated with activity and exploration in infants at risk for vitamin and mineral deficiencies. J Nutr. 2009;139:1751–1757.

Adair LS, Fall CH, Osmond C, Stein AD, Martorell R, Ramirez-Zea M, et al. Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle income: findings from five birth cohort studies. Lancet. 2013;382:525–534.

Adekanmbi VT, Uthman OA, Mudasiru OM. Exploring variations in childhood stunting in Nigeria using league table, control chart and spatial analysis. BMC Public Health. 2013;13:1-7.

Aguayo VM, Badgaiyan N, Paintal. Determinants of child stunting in the Royal Kingdom of Bhutan: an in-depth analysis of nationally representative data. Matern Child Nutr. 2015 Jul;11(3):333-45.

Aguayo VM, Menon P. Stop stunting: improving child feeding, women's nutrition and household sanitation in South Asia. Matern Child Nutr. 2016;12(Suppl1):S3-11.

Aguayo VM, Nair R, Badgaiyan N, Krishna. Determinants of stunting and poor linear growth in children under 2 years of age in India: an in-depth analysis of Maharashtra's comprehensive nutrition survey. Matern Child Nutr. 2016 May;12 Suppl 1:121-40.

Akombi BJ, Agho KE, Hall JJ, Merom D, Astell-Burt T, Renzaho AM. Stunting and severe stunting among children under-5 years in Nigeria: A multilevel analysis. BMC Pediatr. 2017;17:1-16.

Alexandre MA, Benzecry SG, Siqueira AM, Vitor-Silva S, Melo GC, Monteiro WM, et al. The association between nutritional status and malaria in children from a rural community in the Amazonian region: a longitudinal study. PLoS Negl Trop Dis. 2015;9:1-15.

Araújo NC. Avaliação nutricional em crianças menores de 5 anos de idade na área de abrangência do PITS no município de Mâncio Lima-Acre. Rio Branco: Centro de Ciências da Saúde e do Desporto da UFAC, 2003. Monografia de conclusão do curso de Especialização em Saúde da Família.

Araújo TS, Oliveira CSM, Muniz PT, Silva-Nunes M, Cardoso MA. Child undernutrition in one of the cities with greater nutritional risk in Brazil: population-based study in the Western Brazilian Amazon. Rev. bras. epidemiol. 2016; 19(3): 554-566. doi: 10.1590/1980-5497201600030007

Arruda BKG, Arruda IKG. Marcos referenciais da trajetória das políticas de alimentação e nutrição no Brasil. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant. 2007; 7 (3): 319-326.

Ashworth A, Morris SS, Lira PIC. Postnatal growth patterns of full-term low birth weight infants in Northeast Brazil are related to socioeconomic status. J Nutr. 1997; 127:1950-1956.

Assis AM, Costa PR, Silva Mda C, Santana ML4, Pitangueira JC, Fonseca NS, et al. Effectiveness of the Brazilian Conditional Cash Transfer Program--Bolsa Alimentação -on the variation of linear and ponderal increment in children from northeast of Brazil. Nutr Hosp. 2014;31:689-697.

Azevedo MM. Diagnóstico da população indígena no Brasil. Cienc. Cult. 2008;60:19-22.

Barros AJ, Victora C. Measuring coverage in MNCH: determining and interpreting inequalities in coverage of maternal, newborn, and child health interventions. PLoS Med. 2013;10:1-9.

Barros AJ, Hirakata V. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: na empirical comparison of models that directily estimate the prevalence ration. BMC Med Res Methodol. 2003;3:21.

Batista Filho M, Rissin A. Transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. Cad Saude Publica. 2003;19(Supl 1);S181-191.

Batista Filho M, Romani, SAM, organizadores. Alimentação, nutrição e saúde no Estado de Pernambuco. Instituto Materno Infantil de Pernambuco (IMIP). 7. ed. Recife: Série Publicações Científicas do IMIP; 2002.

Belik W, Silva JG, Takagi M. Políticas de combate à fome no Brasil. São Paulo Perspec. 2001;15,119-129.

Benicio MHD'A, Venancio SI, Konno SC, Monteiro CA. Novas estimativas para a prevalência de desnutrição na infância nos 5.507 municípios brasileiros a partir de modelos logísticos multinível aplicados à amostra de crianças do censo 2000. São Paulo: NUPENS/USP; 2005.

Benício MH, Martins AP, Venancio SI, Barros AJ. Estimates of the prevalence of child malnutrition in Brazilian municipalities in 2006. Rev Saude Publica. 2013;47:560-570.

Bezerra Filho JG, Kerr LRFS, Miná DL, Barreto ML. Cad Saúde Publica. 2007;23:1173-1185.

Bhutta ZA, Ahmed T, Black RE, Cousens S, Dewey K, Giugliani E, et al. What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival. Lancet. 2008; 371(9610):417-40.

Bittencourt AS, Leal MC, Gadelha AMJ, Oliveira MA. Crescimento, diarréia e aleitamento materno: o caso da Vila do João. Cad Saude Publica. 1993;9:7-13.

Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. Lancet. 2013;382:427–451

Britto PR, Lye SJ, Proulx K, Yousafzai AK, Matthews SG, Vaivada T,et al. Early Childhood Development Interventions Review Group, for the Lancet Early Childhood Development

Series Steering Committee. Nurturing care: promoting early childhood development. Lancet. 2017;389:91-102.

Buccini GS. Temporal trends of pacifier use and its influence on the exclusivebreastfeeding in Brazil, 1999-2008 [tese]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2017.

Carvalho MS, Pina MF, Santos SM. Os sistemas de informações geográficas. In: Ministério da Saúde, organizador. Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2000.

Caulfield LE, de Onis M, Blossner M, Black RE. Undernutrition as an underlying cause of child deaths associated with diarrhea, pneumonia, malaria, and measles. Am J Clin Nutr. 2004;80:193–198.

Christian P, Lee SE, Donahue AM, Adair LS, Arifeen SE, Ashorn P, et al. Risk of childhood undernutrition related to small-for-gestational age and preterm birth in low- and middle-income countries. Int J Epidemiol. 2013;42:1340-1355.

Cobayashi F, Augusto RA, Lourenco BH, Muniz PT, Cardoso MA. Factors associated with stunting and overweight in Amazonian children: a population-based, cross-sectional study. Public Health Nutr. 2013;16:1-10.

Coimbra Jr CEA, Santos RV. Avaliação do Estado Nutricional num Contexto de Mudança Sócio-Econômica - o Grupo Indígena Suruí de Rondônia. Cad Saude Publica. 1991;7:538-562.

Conde WL, Monteiro CA. Desnutrição e obesidade após a infância: tendências opostas (1974-2009). In: Monteiro CA, Levy RB, organizadores. Velhos e Novos Males da Saúde no Brasil. De Geisel a Dilma. São Paulo: Editora Hucitec; 2015. p. 154-187.

Confalonieri UEC. Saúde na Amazônia: um modelo conceitual para a análise de paissagens e doenças. Estud Av. 2005;19:221-236.

Coutinho JG, Cardoso AJC, Toral N, Silva ACF, Ubarana JA, Aquino KKN et al . A organização da Vigilância Alimentar e Nutricional no Sistema Único de Saúde: histórico e desafios atuais. Rev. bras. epidemiol. 2009; 12(4): 688-699.

Da Silva RR. Principais políticas de combate à fome implementadas no Brasil. Textos & Contextos. 2006;5:1-19. [acesso em 11 fev 2013]. Disponível em: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321527158003> ISSN.

Dearden KA, Schott W, Crookston BT, Humphries DL, Penny ME, Behrman JR.. Children with access to improved sanitation but not improved water are at lower risk of stunting compared to children without access: a cohort study in Ethiopia, India, Peru, and Vietnam. BMC Public Health. 2017;17:1-19.

De Onis M, Blössner M**.** The World Health Organization Global Database on Child Growth and Malnutrition: methodology and applications. Int J Epidemiol. 2003;32:518-526.

De Onis M, Branca F. Childhood stunting: a global perspective. Matern Child Nutr. 2016;12(Suppl 1):S12-26.

Di Cesare M, Bhatti Z, Soofi S, Fortunato L, Ezzati M, Bhutta ZA. Geographical and socioeconomic inequalities in women and children's nutritional status in Pakistan in 2011: an analysis of data from a nationally representative survey. Lancet Glob Health. 2015;3:e229–e239.

Ferreira HS, Lamenha MLD, Xavier Júnior AFS, Cavalcante JC, Santos AM. Nutrição e saúde das crianças das comunidades remanescentes dos quilombos no Estado de Alagoas, Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2011;30:51-58.

Filmer, D., Pritchett, L. H. (2001). Estimating wealth effects without expenditure data-or tear: an application to educational enrolments in states of India. Demography, 38, 115-132.

Frenk J, Frejka T, Bobadilla JL. La transición epidemiológica en América Latina. Bol Of Sanit Panam. 1991;111:485-496.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Informações do Sistema de Informações da Atenção à Saúde Indígena 2008. [acesso em 22 jan 2010]. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/internet/des ai/sistemaSiasiDemografiaIndigena.asp.

Global Nutrition Report 2015. [acesso em 07 fev 2017]. Disponível em: http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/130129/filename/130340.pdf.

Gomes FS. Conflitos de interesse em alimentação e nutrição. Cad. Saúde Pública. 2015; 31(10):2039-2046.

Gough EK, Moodie EE, Prendergast AJ, Ntozini R, Moulton LH, Humphrey JH, et al. Linear growth trajectories in Zimbabwean infants. Am J Clin Nutr. 2016;104:1616-1627.

Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, and the International Child Development Steering Group. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. Lancet. 2007;369:60–70.

Greer FR. Optimizing bone health and calcium intake of infants, children and adolescent. Pediatrics. 2006;117:578-585.

Hathi P, Haque S, Pant L, Coffey D, Spears D. Place and Child Health: The Interaction of Population Density and Sanitation in Developing Countries. Demography. 2017;54:337-360.

Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert. [Generalized Additive Models]: Rejoinder. Statist. Sci. 1 (1986), no. 3, 314--318.

Headey DD, Hoddinott J. Understanding the Rapid Reduction of Undernutrition in Nepal, 2001-2011. PLoS One. 2015;10:1-13.

Horta BL, Loret de Mola C, Victora CG. Long-term consequences of breastfeeding on cholesterol, obesity, systolic blood pressure and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Acta Paediatr. 2015;104:30-37.

Horta BL, Santos RV, Welch JR, Cardoso AM, dos Santos JV, Assis AM, et al. Nutritional status of indigenous children: findings from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition in Brazil. Int J Equity Health. 2013;12:1-13

Hunter PR, Prüss-Ustün A. Have We Substantially Underestimated the Impact of Improved Sanitation Coverage on Child Health? A Generalized Additive Model Panel Analysis of Global Data on Child Mortality and Malnutrition. PLoS One. 2016;26:1-17.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ENDEF - Estudo nacional da despesa familiar. IBGE; 1974/1975.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002 – 2003: Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. 2010. [acesso em 30 fev 2017]. Disponível em: http://www.abeso.org.br/uploads/downloads/70/553a23f27da68.pdf

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados da amostra do censo demográfico 2010. [acesso em 10 mar 2013]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/ topwindow.htm?1.

IFPRI - International Food Policy Research Institute. Relatório sobre a nutrição mundial 2016: da Promessa ao impacto: erradicar a má nutrição até 2030. [acesso em 07 fev 2017]. Disponível em: http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/130952.

Ikeda N, Irie Y, Shibuya K. Determinants of reduced child stunting in Cambodia: analysis of pooled data from three demographic and health surveys. Bull World Health Organ. 2013;91:341-349.

Imada, K. S., Araújo, T. S., Muniz, P. T., Pádua, V. L. (2016). Socioeconomic, hygienic, and sanitation factors in reducing diarrhea in the Amazon. Revista de Saúde Pública, 50, 1-10.

Imdad A, Yakoob MY, Bhutta ZA. Impact of maternal education about complementary feeding and provision of complementary foods on child growth in developing countries. BMC Public Health. 2011;11(Supl3):S1-14.

Keino S, Plasqui G, Ettyang G, van den Borne B. Determinants of stunting and overweight among young children and adolescents in sub-Saharan Africa. Food Nutr Bull. 2014;35:167-178.

Keusch GT, Rosenberg IH, Denno DM, Duggan C, Guerrant RL, Lavery JV, et al. Implications of acquired environmental enteric dysfunction for growth and stunting in infants and children living in low- and middle-income countries. Food Nutr Bull. 2013;34:357-364.

Krishna A, Oh J, Lee JK, Lee HY, Perkins JM, Heo J, et al. Short-term and long-term associations between household wealth and physical growth: a cross-comparative analysis of children from four low- and middle-income countries. Glob Health Action. 2015;8:1-13.

Lima AL, Silva AC, Konno SC, Conde WL, Benicio MH, Monteiro CA. Causes of the accelerated decline in child undernutrition in Northeastern Brazil (1986-1996-2006). Rev Saude Pública. 2010;44:17-27.

Lourenco BH, Villamor E, Augusto RA, Cardoso MA. Determinants of linear growth from infancy to school-aged years: a population-based follow-up study in urban Amazonian children. BMC Public Health. 2012;12:1-11.

Lourenco BH, Cardoso MA. C-Reactive Protein Concentration Predicts Change in Body Mass Index during Childhood. Plos One. 2014;9:1-8.

Magalhães R, Coelho AV, Nogueira MF, Bocca C. Intersetorial, convergente e ações sustentáveis: os desafios do "Bolsa Família", programa em Manguinhos favela no Rio de Janeiro. Cien Saude Colet. 2011;16:4442-4453.

Mantovani SAS, Ramalho AA, Pereira TM, Branco FLCC, Oliart-guzmán H, Delfino BM, et al. Stunting in children under five years old is still a health problem in the Western Brazilian Amazon: a population-based study in Assis Brasil, Acre, Brazil. Cien Saude Colet. 2016;21:2257-2266.

Martins AP, Canella DS, Baraldi LG, Monteiro CA. Cash transfer in Brazil and nutritional outcomes: a systematic review. Rev Saude Publica. 2013;47:1159-1171.

Martins AP, Monteiro CA. Impact of the Bolsa Família program on food availability of low-income Brazilian families: a quasi experimental study. BMC Public Health. 2016;16:1-11.

Mata L. Environmental factors affecting nutrition and growth. In: Gracey M, Falkner F, editors. Nutritional needs and assessment of normal growth. New York: Raven Press; 1985.11:1665-1682.

Martorell RL, Horta BL, Adair LS, Stein AD, Richter L, Fall CH, et al. Weight gain in the first two years of life is an important predictor of schooling outcomes in pooled analyses from five birth cohorts from low- and middle-income countries. J Nutr. 2010;140:348-354.

Martorell R, Zongrone U. Intergenerational influences on child growth and undernutrition. Paediatr Perinat Epidemiol. 2012;26(Suppl 1):S302–314.

Ministério da Saúde (BR). Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher (PNDS) 1989: Relatório. Brasília; 1989.

Ministério da Saúde (BR). Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança. Brasília; 2009. [acesso em 11 fev 2013]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/pnds/

Ministério da Saúde (BR). Estratégia nacional para alimentação complementar saudável (ENPACS). Caderno do Tutor. Brasília (DF); 2010. Disponivel em: http://www2.maringa.pr.gov.br/sistema/arquivos/estrategia.pdf. Acessado em 23 de setembro de 2017.

Ministério da Saúde (BR). Departamento de Atenção Básica. Secretaria de Atenção à Saúde. Ministério da Saúde. Avaliação normativa do Programa Saúde da Família no Brasil: monitoramento da implantação e funcionamento das equipes de saúde da família 2001- 2002. Brasília (DF); 2013a.

Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar para a População Brasileira. 2ª Edição. Brasília (DF); 2014.

Ministério das Cidades (BR). Secretaria Nacional de Informações Sobre Saneamento. Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento. [acesso em 02 mar 2013]. Disponível em: http://www.snis.gov.br.

Ministério das Relações Exteriores (BR). Política externa: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). [acesso em 20 jan 2017]. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods.

Monteiro CA, Conde WL. Tendência secular da desnutrição e da obesidade na infância na cidade de São Paulo (1974-1996). Rev Saude Publica. 2000;34:52-61.

Monteiro CA, Benício MHA, Konno SC, Silva ACF, Lima ALL, Conde WL. Causas do declínio da desnutrição infantil no Brasil, 1996-2007. Rev Saude Publica. 2009;43:35-43

Monteiro, Carlos Augusto, Benicio, Maria Helena D'Aquino, Conde, Wolney Lisboa, Konno, Silvia Cristina, Lima, Ana Lucia Lovadino de, Barros, Aluísio Jardim Dornellas de, & Victora, Cesar Gomes.. Desigualdades socioeconômicas na baixa estatura infantil: a experiência brasileira, 1974-2007. Estudos Avançados. 2013; 27(78): 38-49.

Muniz PT. Diagnóstico das condições de saúde materno-infantil no Município de Rio Branco, Acre. Relatório técnico. Rio Branco; 1994.

Muniz PT, Castro TG, Araújo TS, Nunes NB, Silva-Nunes M, Hoffmann EHE, et al. Child health and nutrition in the Western Brazilian Amazon: population-based surveys in two counties in Acre State. Cad Saude Publica. 2007;23:1283-1293.

Musgrove P. Do nutrition programs make a difference? The case of Brazil. Int J Health Serv. 1990;20:691-715.

Olinto MTA, Victora CG, Barros FC, Tomasi E. Determinantes da Desnutrição Infantil em uma População de Baixa Renda: um Modelo de Análise Hierarquizado. Cad Saude Publica. 1993;9:14-27.

Oliveira JGS, Lima JB, Araújo SK. Diagnóstico situacional de saúde da população indígena da aldeia Camicuã em Boca do Acre – AM. Rio Branco: Centro de Ciências da Saúde e do Desporto da UFAC, 2002. Monografia de conclusão do Curso de Graduação em Enfermagem.

Ozaltin E1, Hill K, Subramanian SV. Association of maternal stature with offspring mortality, underweight, and stunting in low- to middle-income countries. JAMA. 2010;303:1507-1516.

Paes-Sousa R, Vaitsman J. The Zero Hunger and Brazil without Extreme Poverty programs: a step forward in Brazilian social protection policy. Ciênc Saude Coletiva. 2014;19:4351-4360.

Paes-Sousa R, Santos LM, Miazaki ES. Effects of a conditional cash transfer programme on child nutrition in Brazil. Bull World Health Organ. 2011;89:496-503.

Piperata BA, Spence JE, Da-Gloria P, Hubbe M. The nutrition transition in Amazonia: rapid economic change and its impact on growth and development in Ribeirinhos. Am J Phys Anthropol. 2011;146:1-13.

Popkin BM. The nutrition transition and obesity in the developing world. J Nutr. 2001;131(Supl 3):S871-873.

Popkin BM. Nutritional patterns and transitions. Populations and Development Review. 1993;19:138-157.

Prendergast AJ, Humphrey JH. The stunting syndrome in developing countries. Paediatr Int Child Health. 2014;34:250-265.

QGIS Development Team, 2015. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. [acesso em 10 set 2016]. Disponível em: http://www.qgis.org/.

Ramalho AA, Mantovani SAS, Delfino BM, Pereira TM, Martins AC, Oliart-Guzmán H, et al. Nutritional status of children under 5 years of age in the Brazilian Western Amazon before and after the Interoceanic highway paving: a population-based study. BMC Public Health. 2013;13:1-12.

Rah JH, Cronin AA, Badgaiyan B, Aguayo VM, Coates S, Ahmed S. Household sanitation and personal hygiene practices are associated with child stunting in rural India: a cross-sectional analysis of surveys. BMJ Open. 2015;5:1-10.

Rasella D, Aquino R, Santos CA, Paes-Sousa R, Barreto ML. Effect of a conditional cash transfer programme on childhood mortality: a nationwide analysis of Brazilian municipalities. Lancet. 2013;6:57-64.

Recine E, Vasconcellos AB. Políticas nacionais e o campo da Alimentação e Nutrição em Saúde Coletiva: cenário atual. Ciênc. saúde coletiva [Internet]. 2011; 16(1): 73-79.

Rollins NC, Bhandari N, Hajeebhoy N, Horton S, Lutter CK, Martines JC, et al. Why invest, and what it will take to improve breastfeeding practices? Lancet. 2016;387:491-504.

Rowland MGM, Barrel RAE, Whitehead RG. The weanling's dilemma. Bacterial contamination in traditional Gambian weaning foods. Lancet 1978;1:136-138.

Sankar MJ, Sinha B, Chowdhury R, Bhandari N, Taneja S, Martines J, et al. Optimal breastfeeding practices and infant and child mortality: a systematic review and meta-analysis. Acta Paediatr. 2015;104:3-13.

Santos M, Souza MAA, Silveira ML, organizadores. Território: globalização e fragmentação. 4° ed. São Paulo: Hucitec; 1998.

Sawaya AL, Roberts S: Stunting and future risk of obesity: principal physiological mechanisms. Cad Saude Publica. 2003;19:21–28.

SESACRE - Secretaria Estadual de saúde. Diagnóstico de Saúde Materno Infantil no Interior do Estado do Acre/1997/1998. Governo do Acre/Unicef , Rio Branco; 1999.

Shei A. Brazil's conditional cash transfer program associated with declines in infant mortality rates. Health Aff (Millwood). 2013;32:1274-1281.

Shei A, Costa F, Reis MG, Ko AI. The impact of Brazil's Bolsa Família conditional cash transfer program on children's health care utilization and health outcomes. BMC Int Health Hum Rights. 2014;14:1-9.

Sigulem DM, Devincenzi MU, Lessa AC. Diagnóstico do estado nutricional da criança e do adolescente. J Pediatr. 2000;76(Supl):S275-284.

Silva M, Oliveira NR, França, MC. Estado nutricional de crianças menores de cinco anos de idade no PSF do bairro Sibéria no município de Xapurí, Acre 2003.. Rio Branco: Centro de Ciências da Saúde e do Desporto da UFAC; 2003. Monografia de conclusão do curso Especialização em Saúde da Família.

Silveira KBR, Alves JFR, Ferreira HS, Sawaya AL, Florêncio TMMT. Associação entre desnutrição em crianças moradoras de favelas, estado nutricional materno e fatores socioambientais. J Pediatr. 2010;86:215-220.

SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Dados gerais do saneamento básico no Brasil. [S. l.], 2012. [acesso em 10 jul 2016]. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>

Souza OF de, Benício MHD, Castro TG, Muniz PT, Cardoso MA. Desnutrição em crianças menores de 60 meses em dois municípios no Estado do Acre: prevalência e fatores associados. Rev Bras Epidemiol. 2012;15:211-221.

Stephan C, Mafra ACCN, Nucci LB. Epigam-package. 2011. Disponível em http://127.0.0.1:21678/library/epigam/html/epigam-package.html.

Stephan C. Distribuição espacial do risco de acidente de trabalho entre trabalhadores precarizados de Piracicaba. [Tese de Doutora] Capinas, SP, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

Sudfeld CR, McCoy DC, Danaei G, Fink G, Ezzati M, Andrews KG, et al. Linear growth and child development in low- and middle-income countries: a meta-analysis. Pediatrics. 2015;135:e1266-e1275.

SUN - Scaling Up Nutrition. Annual Progess Report 2016. [acesso em 10 fev 2017]. Disponível em: http://scalingupnutrition.org/progress-impact/sun-movement-annual-progress-report/annual-report-2016-page/.

Stringhini S, Carmeli C, Jokela M, Avendaño M, Muennig P, Guida F, et al. Socioeconomic status and the 25 × 25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1.7 million men and women. Lancet. 2017;6736(16)32380-7.1-9

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância. Situação Mundial Da Infância. Mulheres e Crianças: O Duplo Dividendo da Igualdade de Gênero. Nova Iorque; 2007.

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância. The state of the world's children – Child Survival, Nova Iorque; 2008.

Victora CG. The associations between wasting and stunting: an international perspective. J Nutr. 1992;122:1105-1110.

Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. Lancet. 2008;371:340–357.

Victora CG, Aquino EM, Leal MC, Monteiro CA, Barros FC, Szwarcwald CL. Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. Lancet. 2011; 377:1863-1876.

Victora CG, Bahl R, Barros AJ, França GV, Horton S, Krasevec J, et al. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. Lancet. 2016;387:475-490.

Victora CG, Huttly SR, Fuchs SC et al. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. Int J Epidemiol. 1997;26:224-227.

Victora CG, Horta BL, Loret de Mola C, Quevedo L, Pinheiro RT, Gigante DP, et al. Association between breastfeeding and intelligence, educational attainment, and income at 30 years of age: a prospective birth cohort study from Brazil. Lancet Glob Health. 2015;3:e199-e205.

Vyas S, Kov P, Smets S, Spears D. Disease externalities and net nutrition: Evidence from changes in sanitation and child height in Cambodia, 2005-2010. Econ Hum Biol. 2016;23:235-245.

Wamani H, Astrøm AN, Peterson S, Tumwine JK, Tylleskär T. Boys are more stunted than girls in sub-Saharan Africa: a meta-analysis of 16 demographic and health surveys. BMC Pediatr. 2007;7:1-10.

WHO - World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO; 1995.

WHO - World Health Organization/United Nations Children's Fund/ United Nations University (WHO/UNICEF/UNU). Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention and control. A guide for programme managers. Geneva: WHO; 2001.

WHO - World Health Organization. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-lenght, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: WHO; 2006a.

WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. Acta Paediatr. 2006b;450(Suppl);S76-85.

WHO - World Health Organization. Comprehensive implementation plan on maternal, infant and young child nutrition. Geneva: WHO; 2014. [acesso em 09 fev 2015]. Disponível em: http://www.who.int/nutrition/publications/

WHO -_World Health Organization. Global Nutrition Targets 2025.Stunting Policy Brief. 2015. [acesso em 09 fev 2015]. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149019/1/WHO_NMH_NHD_14.3_eng.pdf?ua=1.

Yisak H, Gobena T, Mesfin F. Prevalence and risk factors for undernutrition among children under five at Haramaya district, Eastern Ethiopia. BMC Pediatr. 2015;15:1-7.

Yu SH, Mason J, Crum J, Cappa C, Hotchkiss DR. Differential effects of young maternal age on child growth. Glob Health Action. 2016;9:31171.

ANEXOS

Anexo 1 – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa- inquérito 2005

FUNDAÇÃO HOSPITAL ESTADUAL DO ACRE

FUNDHACRE

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

PARECER FINAL Nº 042/2005

PROTOCOLO Nº 171/05
Projeto de Pesquisa: "Situação Nutricional no Município do Jordão"
Instituição onde realizará a pesquisa:
Pesquisador Responsável: Pascoal Torres Muniz
Data de reapresentação ao CEP: 02/06/05

O Projeto de Pesquisa: "Situação Nutricional no Município do Jordão", atende a todas as orientações deste Comitê. E de acordo com a Resolução nº 196/96 do CONEP , este Comitê de Ética em Pesquisa considera o projeto APROVADO.

RECOMENDAÇÕES:

- Recomendamos a consulta ao site (www.conselho.saude.gov.br) e mail (conep@saude.gov.br) do CONEP, para dirimir possíveis dúvidas;
- De acordo com o Manual Operacional para este Comitê de Ética em Pesquisa e a Resolução 196/96; item VII.13, para o acompanhamento da pesquisa pós aprovação pelo CEP/FUNDHACRE, solicitamos que os relatórios sejam enviados conforme cronograma que segue:
- Pesquisa realizada de 01 a 06 meses – 01 relatório final;
- Pesquisa realizada de 01 a 12 meses – 01 relatório semestral – parcial e 01 relatório final;
- Pesquisa realizada de 01 a 24 meses – 01 relatório anual – parcial e 01 relatório final;
- Pesquisa realizada de 01 a 36 meses – 01 relatório anual – parcial e 01 relatório final.

SITUAÇÃO DO PROJETO: APROVADO.

Rio Branco, 11 de junho de 2005.

Atenciosamente,

Osvaldo de Sousa Leal Jr.
Coordenadora do CEP/FUNDHACRE.

BR 364–KM 02–DISTRITO INDUSTRIAL–RIO BRANCO (ACRE) – CEP.: 69.914-220 –fone 068-2264336/ramal 243
www. ac.gov.br/fundhacre/cep/index.htm e- mail : cepfundhacre@ac.gov.br

Anexo 2 – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa - inquérito 2012

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE-UFAC

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

O Projeto de Pesquisa: **"Desnutrição Infantil em Jordão, Estado do Acre, Amazônia Ocidental Brasileira, estudo de base populacional"** protocolado sob o nº 23107.020827/2010-27 do Pesquisador **Thiago Santos de Araújo**, após submetido a este Comitê na reunião do dia 08/11/2010 foi categorizado como **APROVADO PARA INÍCIO DA PESQUISA DE CAMPO**, considerando que está de acordo com as exigências constantes na Resolução 196/96 do MS/CONEP. Concluída a pesquisa, o pesquisador deverá trazer ao CEP/UFAC relatórios trimestrais e final, a fim de receber a aprovação final da pesquisa para posterior publicação.

Rio Branco-Acre, 10 de novembro de 2010.

Enock da Silva Pessoa
Coordenador do CEP- UFAC

Anexo 3 - Comprovante submissão do Artigo 1

Maternal & Child Nutrition

Home

Author

Submission Confirmation

Print

Thank you for your submission

Submitted to
Maternal & Child Nutrition

Manuscript ID
MCN-01-17-OA-2444

Title
Geographical and socioeconomic inequalities in the evolution of prevalence of stunting in children: a population-based study in the Brazilian Amazon

Authors
Araujo, Thiago
Oliveira, Cristieli
Oliveira, Eline
Imada, Katiúscia
Buccini, Gabriela
Benicio, Maria
Nunes, Monica
Muniz, Pascoal
Chiaravalloti-Neto, Francisco

Date Submitted
30-Jan-2017

Author Dashboard

© Thomson Reuters | © ScholarOne, Inc., 2017. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.

@ScholarOneNews | System Requirements | Privacy Statement | Terms of Use

Anexo 4 - Comprovante submissão do Artigo 3

PLOS ONE

Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Article Type:	Research Article
Full Title:	Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon
Short Title:	Ethnic disparities of stunting in Amazonian children
Corresponding Author:	Francisco Chiaravalloti Neto Faculdade de Saúde Pública - USP São Paulo, São Paulo BRAZIL
Keywords:	Nutritional epidemiology; stunting; child growth; child undernutrition; Indigenous people; preschool child; Amazonian
Abstract:	Indigenous ancestry is a strong risk marker for child nutrition. Stunting presents complex etiology involving social, cultural, and genetic factors, which are influenced by the ethnicity of the child. In this study, we aimed to identify differences in the factors associated with stunting based on ethnicity. A population-based, cross-sectional study was performed in a random sample of 838 children aged <5 years living in the western Brazilian Amazon. Data from structured socioeconomic status, health, and food frequency assessment questionnaires, anthropometric measurements, and blood and stool samples were used in Poisson regression models to estimate prevalence ratios (PR) using a hierarchical conceptual framework. Height-for-age, weight-for-height, and weight-for-age were calculated using the 2006 World Health Organization (WHO) growth standards. The prevalence of stunting was 69.3% (95% CI: 64.9-73.3) and 21.9% (95% CI: 17.8-26.6) in children with and without indigenous ancestry, respectively. Male children with indigenous ancestry, living in a rural area showed the highest prevalence of stunting (84%; 95% CI: 22.9-90.5). We found a heterogeneous scenario for the associated factors to stunting according to the child's ethnic group. Among children with indigenous ancestry, factors related to incorporation of the surrounding society practices showed association with stunting, such as pacifier use (PR: 1.2; 95% CI: 1.0-1.5) and alcohol consumption during pregnancy (PR: 1.2; 95% CI: 1.1-1.4), among others. For children without indigenous ancestry, factors related to pregnancy such as high blood pressure (PR: 2.0; 95% CI: 1.2-3.2) and birth interval <24 months (PR: 2.2; 95% CI: 1.1-4.6), in addition to the early introduction of semi-solid food (PR: 1.7; 95% CI: 1.1-2.5). Factors commonly used in studies related to stunting for the benchmark population have low explanatory power among children with indigenous ancestry. Ethnic differences in these factors should be considered for the improvement of health services offered to Indigenous peoples.
Order of Authors:	Thiago Santos Araújo
	Cristieli Sergio de Menezes Oliveira
	Victor Camilo Cavalcante Dattoli
	Fábio Henrique Pinto de Moraes
	Cláudia Machado Alves Pinto
	Mônica da Silva-Nunes
	Francisco Chiaravalloti Neto
Opposed Reviewers:	
Additional Information:	
Question	**Response**
Financial Disclosure	This work was supported by the Ministry of Health of Brazil with administrative and financial management by the National Counsel of Technological and Scientific

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

De: "PLOS ONE" <em@editorialmanager.com>
Para: "Francisco Chiaravalloti Neto" <franciscochiara@usp.br>
Enviadas: Segunda-feira, 5 de Dezembro de 2016 15:07:40
Assunto: Submission Confirmation for PONE-D-16-48065 - [EMID:db51a4838821b823]

PONE-D-16-48065
Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon
PLOS ONE

Dear Dr. Chiaravalloti Neto,

Thank you for submitting your manuscript entitled 'Ethnic disparities of stunting among children from rural and urban areas in a county at great nutritional risk in the Brazilian Amazon' to PLOS ONE. Your assigned manuscript number is PONE-D-16-48065.

We will now begin processing your manuscript and may contact you if we require any further information. You will receive an update once your manuscript passes our in-house technical check; you can also check the status of your manuscript by logging into your account at http://pone.edmgr.com/. If you have any inquiries or other comments regarding this manuscript please contact plosone@plos.org.

We'd like to know more about your experience with us. Do you have an ORCID id?
Yes, I have an ORCID iD: http://surveys.plos.org/s3/ORCID?answer=yes
No, I don't have an ORCID iD: http://surveys.plos.org/s3/ORCID?answer=no
What's ORCID?: http://surveys.plos.org/s3/ORCID?answer=dontknow

Thank you for your support of PLOS ONE.

Kind regards,
PLOS ONE

Anexo 5 – Currículo lattes - Aluno

Currículo Lattes

English

Imprimir currículo

Dados gerais | Formação | Atuação | Projetos | Produções | Educação e Popularização de C & T | Eventos | Orientações | Bancas | +

Thiago Santos de Araújo

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/2254469037150691

Última atualização do currículo em 04/06/2016

Possui graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Acre (2005), com especialização em Enfermagem Obstétrica, Formação Docente na Área de Vigilância da Saúde e Mestrado em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Esta cursando o Doutorado em Saúde Publica no Programa DINTER USP/UFAC. Atualmente é Professor Assistente do Centro de Ciências da Saúde e do Desporto da Universidade Federal do Acre. Desenvolve projetos na área de avaliação nutricional e crescimento infantil. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome

Thiago Santos de Araújo

Nome em citações bibliográficas

ARAÚJO, Thiago Santos de;DE ARAUJO, THIAGO SANTOS;DE ARAUJO, T. S.;ARAÚJO, THIAGO S;DE ARAÚJO, THIAGO SANTOS;ARAÚJO, THIAGO S.

Endereço

Endereço Profissional

Universidade Federal do Acre, Departamento de Ciências da Saúde e Educação Física.
Campus Universitário Reitor Áulio Gélio Alves de Souza, Centro de Ciências da Saúde e do desporto, Bloco Bacural sala 2
Distrito industrial
69915900 - Rio Branco, AC - Brasil
Telefone: (068) 39012585
URL da Homepage: http://www.ufac.br

Formação acadêmica/titulação

2013

Doutorado em andamento em DINTER USP/UFAC.
Faculdade de Saúde Pública - USP, FSP - USP, Brasil.
com **período co-tutela** em Universidade Federal do Acre (Orientador: Mônica da Silva Nunes).
Orientador: Francisco Chiaravalloti-Neto.

2007 - 2010

Mestrado em Saúde Pública (Conceito CAPES 6).
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Saúde e nutrição da gestante em Jordão, Acre: estudo de base populacional.,Ano de Obtenção: 2010.
Orientador: Marly Augusto Cardoso.

2010 - 2011

Especialização em Formação Docente na Área de Vigilância da Saúde.
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, ENSP, Brasil.
Título: Pensado Uma Vigilância da Saúde de Base Territorial Local: dimensões teóricas, práticas e metodológica.
Orientador: Esp Kleber Rangel Silva.

2005 - 2006

Especialização em Especiliação em Enfermagem Obstétrica. (Carga Horária: 495h).
Universidade Federal do Acre, UFAC, Brasil.
Título: Condições da assistência pré-natal, porto e puerpério em mães de crianças menores de cinco anos no município de Jordao..
Orientador: Pascoal Torres Muniz.

2000 - 2005

Graduação em Enfermagem.
Universidade Federal do Acre, UFAC, Brasil.
Título: Tendência Secular do Crescimento Físico dos Jovens do Município de Rio Branco.
Orientador: Pascoal Torres Muniz.

Anexo 6 – Currículo Lattes - Orientador

Currículo Lattes

Imprimir currículo

Dados gerais | Formação | Atuação | Projetos | Produções | Inovação | Educação e Popularização de C & T | Eventos | Orientações | Bancas | Citações | +

Francisco Chiaravalloti Neto

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/9465571695962929

Última atualização do currículo em 08/02/2017

Possui graduação em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (1981), especialização (1985), mestrado (1993) e doutorado (1999) em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP (FSP-USP). Obteve, em 2010, o título de Livre Docência pela FSP-USP. É Professor Associado do Departamento de Epidemiologia da FSP-USP. Desenvolve, projetos de pesquisa na área de Epidemiologia de Doenças Transmissíveis e, em especial, as de Agentes Transmitidos por Vetores e na área de Análise Espacial em Saúde. É cadastrado com orientador nos Programas de Pós-Graduação em Saúde Pública, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia e no Programa de Pós-Graduação em Entomologia em Saúde Pública (Mestrado Profissional), todos na FSP-USP. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome

Francisco Chiaravalloti Neto

Nome em citações bibliográficas

CHIARAVALLOTI NETO, F.;Chiaravalloti-Neto, Francisco;Chiaravalloti Neto, Francisco;NETO, FRANCISCO;NETO, FRANCISCO CHIARAVALLOTI;Francisco Chiaravalloti Neto;Neto FC;Francisco Chiaravalotti Neto;CHIARAVALOTTI NETO, FRANCISCO

Endereço

Endereço Profissional

Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Epidemiologia.
Av. Dr. Arnaldo, 715
01246-904 - Sao Paulo, SP - Brasil
Telefone: (11) 30617920

Formação acadêmica/titulação

1994 - 1999

Doutorado em Saúde Pública.
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Epidemiologia da dengue nas Regiões de São José do Rio Preto e Araçatuba, São Paulo, 1990 a 1996., Ano de obtenção: 1999.
Orientador: Prof Dr. José Maria Soares Barata.
Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.
Grande área: Ciências da Saúde

1988 - 1993

Mestrado em Saúde Pública.
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Aedes aegypti na Região de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo,Ano de Obtenção: 1993.
Orientador: Prof Dr. Helena Aparecida dos Santos Lima Pereira.
Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.
Palavras-chave: Aedes aegypti; Vetores; Ecologia.
Grande área: Ciências da Saúde
Setores de atividade: Saúde Humana.

1985 - 1985

Especialização em Engeharia de Saúde Pública.
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

1976 - 1981

Graduação em Engenharia Civil.
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Livre-docência

2010