

**Artigo de Pesquisa****INFLUÊNCIA HIDROCLIMÁTICA NAS INTERNAÇÕES POR DIARREIA AGUDA, MANAUS, AMAZONAS, BRASIL****Hydroclimatic influence on hospitalization for acute diarrhea, Manaus, Amazonas, Brazil**

Marcela Beleza de Castro<sup>1</sup>, João Cândido André da Silva Neto<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Manaus-AM, Brasil. [marcelabelezah@gmail.com](mailto:marcelabelezah@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-6764-2927>

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belo Horizonte, Brasil. Bolsista do Programa de Apoio à Pós-Doutores – PRODOC/FAPEAM. [joaocandido@ufam.edu.br](mailto:joaocandido@ufam.edu.br)

 <https://orcid.org/0000-0001-7313-9837>

Recebido em 09/09/2022 e aceito em 24/10/2022

**RESUMO:** Este estudo analisou a influência hidroclimática na transmissão da diarreia aguda em Manaus nos anos 2000 a 2018. Os dados utilizados foram: pluviosidade, temperaturas e umidade, obtidas no INMET; dados da cota do rio obtidos no Porto de Manaus; dados de ocorrências de alagação foram obtidas na Defesa Civil. Em relação aos dados da diarreia aguda, utilizou-se o Sistema de Informações Hospitalares, especificamente, dados que compõem o CID 10: A00–A09. Os resultados indicaram que a diarreia apresentou pouca variabilidade anual e picos de internações entre os meses de janeiro e abril. Os resultados da Correlação de Pearson indicaram que a variável umidade, temperatura mínima e média apresentaram melhores correlações, embora fracas ( $R^2=0,3$  ou  $-0,3$ ). Somente as variáveis cota máxima, mínima, chuva e alagações foram significativas ( $p=0,4433$ ;  $0,326$ ;  $0,310$ ;  $0,296$ ). Quanto à predição da doença pela análise de regressão multivariada, a umidade teve maior valor correlação e menor significância ( $R^2= 7,7\%$ ;  $p=0,000$ ); seguidas da cota média ( $R^2= 4,7\%$ ) e alagação ( $R^2= 1,3\%$ ), ambas com significância estatística ( $p.= 0,130$  e  $0,296$ , respectivamente). Concluiu-se que algumas variáveis hidroclimáticas não foram suficientes na predição da doença, assim, sugere-se considerar outros determinantes da saúde que estejam associadas a sua transmissão, como condições socioeconômicas e socioculturais.

**Palavras-chave:** Variabilidade; Hidroclimática; Internações; Diarreia; Manaus.

**ABSTRACT:** This study analyzed the hydroclimatic influence on the transmission of acute diarrhea in Manaus in the years 2000 to 2018. The data used were: rainfall, temperatures and humidity, obtained from INMET; river quota data obtained at the Port of Manaus; data on flooding events were obtained from the Civil Defense. Regarding data on acute diarrhea, the Hospital Information System was used, specifically, data that make up the ICD 10: A00–A09. The results indicated that diarrhea showed little annual variability and peaks in hospitalizations between January and April. The results of Pearson's Correlation indicated that the variable humidity, minimum and average temperature presented better correlations, although weak ( $R^2=0.3$  or  $-0.3$ ). Only the variables maximum, minimum, rain and floods were significant ( $p=0.4433$ ;  $0.326$ ;  $0.310$ ;  $0.296$ ). As for disease prediction by multivariate regression analysis, moisture had the highest correlation value and lowest significance ( $R^2= 7.7\%$ ;  $p=0.000$ ); followed by the average level ( $R^2= 4.7\%$ ) and flooding ( $R^2= 1.3\%$ ), both with statistical significance ( $p.= 0.130$  and  $0.296$ , respectively). It was concluded that some hydroclimatic variables were not

enough to predict the disease, thus, it is suggested to consider other health determinants that are associated with its transmission, such as socioeconomic and sociocultural conditions.

**Keywords:** Variability; Hydroclimatic; hospitalizations; Diarrhea; Manaus.

**Résumé:** Cette étude a analysé l'influence hydroclimatique sur la transmission de la diarrhée aiguë à Manaus dans les années 2000 à 2018. Les données utilisées étaient: les précipitations, les températures et l'humidité, obtenues auprès d'INMET; les données sur les quotas fluviaux obtenues au Port de Manaus; les données sur les inondations ont été obtenues auprès de la Défense Civile. En ce qui concerne les données sur la diarrhée aiguë, le système d'information hospitalier a été utilisé, en particulier les données qui composent la CIM 10: A00-A09. Les résultats ont indiqué que la diarrhée présentait peu de variabilité annuelle et des pics d'hospitalisations entre les mois de janvier et avril. Les résultats de la corrélation de Pearson ont indiqué que les variables humidité, température minimale et moyenne présentaient de meilleures corrélations, quoique faibles ( $R^2=0,3$  ou  $-0,3$ ). Seules les variables maximum, minimum, pluie et inondations sont significatives ( $p=0,4433$ ;  $0,326$ ;  $0,310$ ;  $0,296$ ). En ce qui concerne la prédiction de la maladie par analyse de régression multivariée, l'humidité avait la valeur de corrélation la plus élevée et la signification la plus faible ( $R^2 = 7,7\%$ ;  $p = 0,000$ ); suivi du niveau moyen ( $R^2= 4,7\%$ ) et de l'inondation ( $R^2= 1,3\%$ ), tous deux avec une signification statistique ( $p.= 0,130$  et  $0,296$ , respectivement). Il a été conclu que certaines variables hydroclimatiques n'étaient pas suffisantes pour prédire la maladie, il est donc suggéré de considérer d'autres déterminants de la santé associés à sa transmission, tels que les conditions socioéconomiques et socioculturelles.

**Mots clés:** Variabilité; Hydroclimatique; hospitalisations; Diarrhée; Manaus.

## INTRODUÇÃO

A diarreia aguda é considerada uma causa importante de morbimortalidade no Brasil e no mundo, e está associada a condições precárias de vida e saúde da sociedade, especificamente, resultado de alimentos e fontes de água contaminados, além de apresentar estreitas relações com a variabilidade hidroclimática (OPAS, 2009).

Segundo a UNICEF (2012), a diarreia aguda e pneumonia estão entre as principais causas de mortes em crianças no mundo, juntas estas equivalem a 29% das mortes em crianças menores de cinco anos de idade, ou seja, mais de dois milhões por ano. Victora (2009, p.3) complementa que:

O número anual de mortes por diarreia em todo o mundo corresponde a aproximadamente o mesmo número de mortes por AIDS, incluindo todas as faixas etárias – atualmente esse número é estimado em 2,1 milhões. Contudo, a diarreia atrai muito menos atenção do que o HIV/AIDS ou outras doenças da moda, como a malária, que responde por 1,3 milhão de mortes por ano em todas as faixas etárias.

Conforme a WHO (2013), um dos responsáveis pela maioria dos casos de diarreias em crianças menores de cinco anos é o rotavírus, no qual corresponde a 40% das internações hospitalares.

Segundo o instituto Trata Brasil (2017), as regiões mais impactadas pela doença foram a sudeste, nordeste e norte do país. Entre os municípios do estado do Amazonas, Manaus foi a que apresentou maior ocorrência da doença (TRATA BRASIL, 2017).

No Brasil e na cidade de Manaus poucos são os estudos que analisam a associação entre variáveis hidroclimáticas com a ocorrência de diarreias agudas. Dentre eles, Fuckner (2015) estudou os padrões espaço-temporais de ocorrência da diarreia no semiárido brasileiro, de 2002 a 2014, compreendendo 74 municípios dos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Os resultados apontaram uma influência da variável precipitação na contaminação das fontes de água e o maior transporte e circulação dos agentes patogênicos.

Quanto à cidade de Manaus-AM, destacam-se os trabalhos de Silva (2014) que abordou a importância do comportamento hidrológico e seus impactos na saúde, como no caso das doenças diarreicas, entre 2000-2012, identificando que os registros de diarreia se elevam quando a cota do rio Negro (no período de estiagem) está abaixo de 23m e acima de 28m (no período de cheia) na cidade.

Outros estudos, a exemplo de Fonseca (2018) analisou a influência de variáveis hidroclimáticas como temperaturas, precipitação e cota do rio na incidência de doenças diarreicas na Amazônia Ocidental. No primeiro momento, a autora buscou analisar a influência das variáveis precipitação e cota do rio nas cidades do rio Acre (região que abrange 11 municípios do estado) e verificou que a precipitação é fator principal na maioria das cidades quando em comparação com a cota do rio. Para as cidades como Manaus e Lábrea (AM), Rio branco (AC), Boa vista (RR) buscou compreender as relações com as séries de internações infantis e os resultados alcançados indicaram uma baixa variabilidade da temperatura máxima média mensal, ausência de sazonalidade da doença e forte associação com as variáveis precipitação e cota do rio. Nesse viés, nota-se que as alterações no clima influenciam direta e indiretamente as condições de saúde e transmissão e estágios da doença.

Diante ao exposto, este estudo objetivou analisar as relações entre a variabilidade hidroclimática na transmissão da diarreia aguda em Manaus no período de 2000 a 2018. Para tanto, pautou-se em responder os seguintes questionamentos: quais os padrões da doença com a sazonalidade climática e hidrológica? Estatisticamente existe correlação e o quanto as variáveis hidroclimáticas (precipitação, temperaturas, umidade, alagação e cota do rio) respondem pelas internações por diarreia aguda em Manaus?

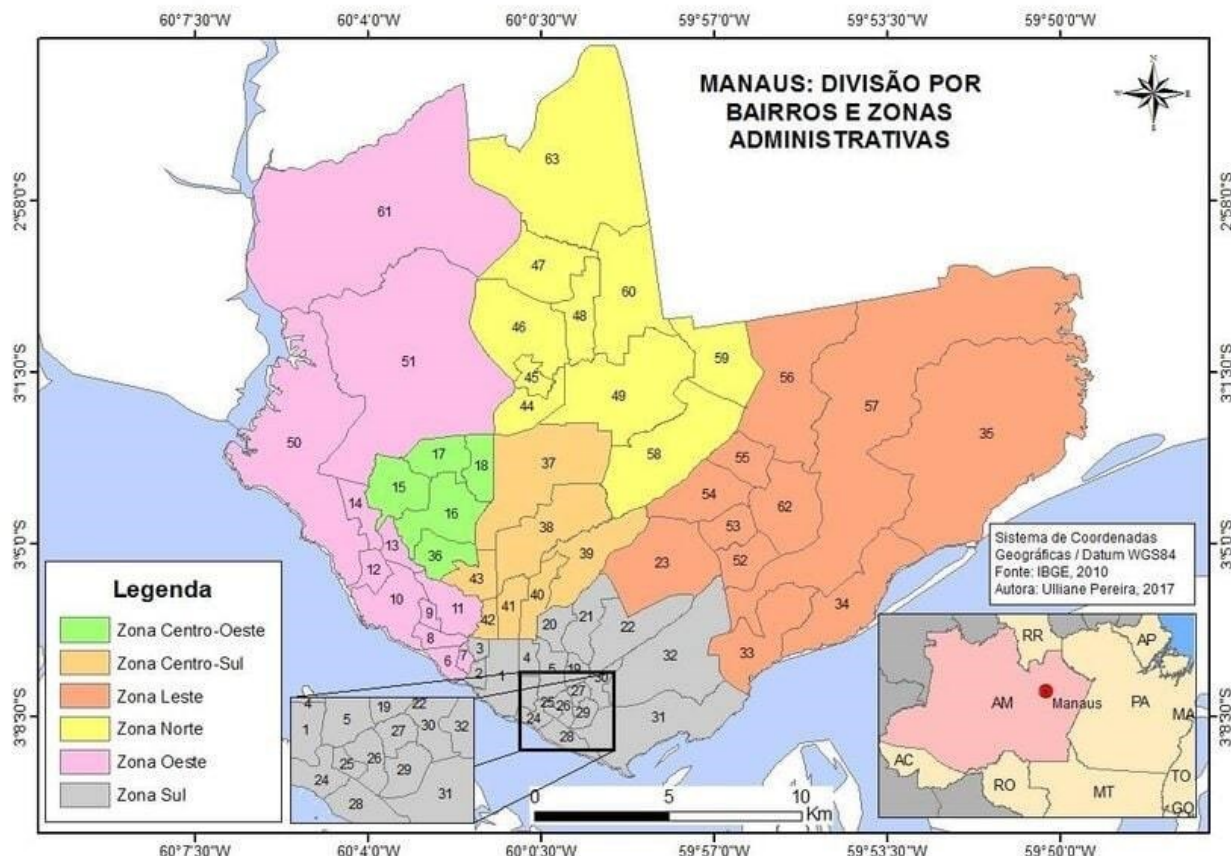
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Este trabalho tem como área de estudo a cidade de Manaus, composta 63 bairros e subdivida em seis zonas administrativas (Figura 1). Historicamente, Manaus apresenta uma problemática socioambiental marcada pela materialização de riscos híbridos que se relacionam às características geográficas da cidade, como a precariedade da infraestrutura urbana básica.

Outro contexto agravante para a transmissão da diarreia aguda em Manaus é a ocorrência de episódios de alagação, que se refere ao “acúmulo momentâneo de

águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema drenagem” (IPT, 2007), com isso temos um alto índice de transmissão da doença devido ao contato da população manauara com essa água insalubre (OMS, 2014). Deverá conter a descrição dos materiais utilizados, os métodos empregados e os procedimentos desenvolvidos.



**Figura 1.** Área de estudo – MANAUS/AM. **Fonte:** Pereira e Aleixo (2017).

### Procedimentos metodológicos

No primeiro momento, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da influência e risco hidroclimático na transmissão da diarreia aguda no contexto nacional e internacional, bem como os métodos estatísticos comumente aplicados em estudos de saúde-doença.

Os dados utilizados nesse estudo referem-se a: pluviosidade, temperaturas e umidade (mensal e anual), obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); dados da cota do rio (mensal e anual) obtidos no Porto de Manaus; Quanto às ocorrências de alagação, estas foram obtidas na escala mensal na Secretaria de Proteção e Defesa Civil (SEPDEC).

Para a obtenção de um quadro geral da diarreia em Manaus utilizou-se o Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS), devido a sua facilidade de extrair de dados

anuais para um grupo específico de interesse desta pesquisa, por exemplo, todas aquelas que compõem o CID 10: A00 – A09, abrangendo todas as faixas etárias (menor que 1 a 80 anos e mais).

Nesse modo, apresenta-se na Tabela 1, um quadro geral das diarreias agudas conforme o Cadastro Internacional de Doenças (CID-10) do Ministério da Saúde (Tabela 1).

**Tabela 1:** Doenças que compõem um quadro geral das diarreias agudas.

SIH/SUS	Descrição
I	Algumas doenças infecciosas e parasitárias
	Cólera
	Febre Tifoide e Paratifoide
	Shigelose
	Amebíase
	Diarreia e gastroenterite de Origem infecciosa presumível
	Outras doenças infecciosas intestinais

**Fonte:** SIH/SUS, 2021. **Elaboração:** Autores (2022).

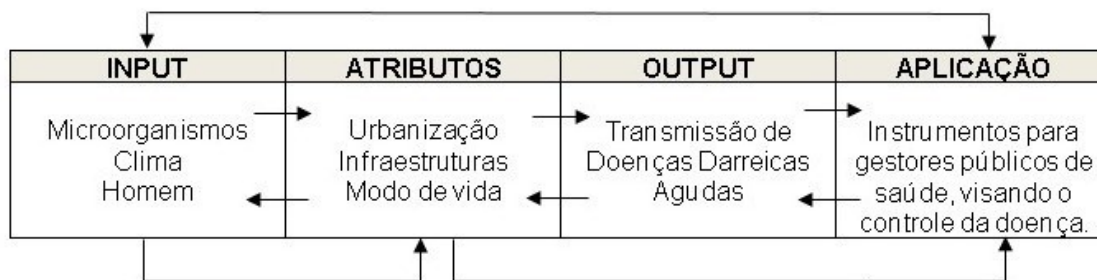
Além dos sistemas nacionais SIH/SUS, este trabalho também obteve dados da doença na esfera estadual (FVS-AM) e municipal (SEMSA), bem como teve a aprovação da pesquisa no comitê de ética (PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP - 3.549.497). Ressalta-se que, este artigo é resultado da dissertação de mestrado defendida em março de 2021 no Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal do Amazonas.

Para fins de padronização dos dados obtidos, optou-se por uma série histórica das internações por diarreia e a sua relação com as variáveis hidroclimáticas, abrangendo os anos de 2000 a 2018.

Quanto à estatística descritiva, optou-se pela Correlação de Pearson para identificar o grau de correlação entre as variáveis e a Regressão Multivariada para apontar o coeficiente de determinação das variáveis em relação às internações por diarreia aguda em Manaus.

## Referencial teórico

Esse trabalho se fundamentou no Sistema Ambiental Urbano (Mendonça, 2004), que tem sido base para alguns trabalhos na linha de pesquisa clima e saúde na Geografia, a exemplo dos estudos de OLIVEIRA (2006), JUNIOR (2010), BUFFON (2016; 2017), (ALMEIDA, 2019) no qual analisaram o papel do clima e sua influência em algumas doenças hídricas, a exemplo da diarreia aguda, leptospirose, dengue e malária (Figura 2).



**Figura 2.** Sistema Ambiental Urbano aplicado no estudo à diarreia aguda em Manaus/AM.

**Fonte:** Autores, 2022. Adaptado de Mendonça (2004).

Diante aos diversos condicionantes socioambientais associados na transmissão de doenças hídricas como a diarreia aguda, Aleixo (2012, p.6) menciona que o clima urbano pode ser base “para investigar a vulnerabilidade da cidade e tornar-se um indicador para o estabelecimento de políticas de saúde pública”.

Conforme os autores Junior e Mendonça (2012, p.162), diversos são os fatores que atuam na transmissão de doenças, assim, são necessários estudos que considerem alguns fatores geográficos, tanto de ordem abiótica e física como de ordem biótica e social.

No conceito de multicausalidade a doença é considerada como um processo que ocorre por múltiplas causas (de ordem física, química, biológica, ambiental, social, econômica, psicológica e cultural), cuja presença ou ausência possa, mediante ação efetiva sobre um hospedeiro suscetível, constituir estímulo para iniciar ou perpetuar um processo de doença e, com isso, afetar a frequência com que uma patologia ocorre numa população (COSTA & TEIXEIRA, 1999; LEMOS & LIMA, 2002).

Para atender a demanda deste estudo foi de extrema importância o uso de uma perspectiva multi e interdisciplinar (MORAES, 1997, MENDONÇA, 2002; 2004; 2010). Assim, este trabalho se justifica pela necessidade de estudos de caráter sistêmico e integrador, visto que os riscos ambientais urbanos (como as doenças hídricas – diarreia aguda) são por natureza multidisciplinar, envolvendo as esferas políticas, econômicas, sociais e ambientais.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto a incidência espacial da diarreia aguda, notou-se que a zona sul foi a menos crítica. Os indivíduos mais acometidos pela doença diarreica em Manaus estão na faixa etária acima dos 10 anos de idade (42%). A segunda faixa etária mais acometida foi entre 1 a 4 anos (33%), onde os efeitos fisiológicos mais importantes nessa faixa etária são “desidratação e desnutrição que dificultam o ganho de peso e altura nas crianças, e pode ocasionar retardo no intelecto infantil.” (Buhler et al (2014, p.4131).

Em uma análise da distribuição de doenças diarreicas por faixa etária em Caraguatatuba no litoral norte de São Paulo, Asmus (2014), encontrou padrões

semelhantes. A incidência da doença em crianças menores de 1 ano de idade foi de 9,2 %, enquanto que este estudo encontrou 12%. Entre 1 a 4 anos foi de 23% contra 33% neste estudo. Entre 5 a 9 anos foi de 12,3% e a partir de 10 anos, 54%, ao passo em que este estudo encontrou 13% e 42% respectivamente.

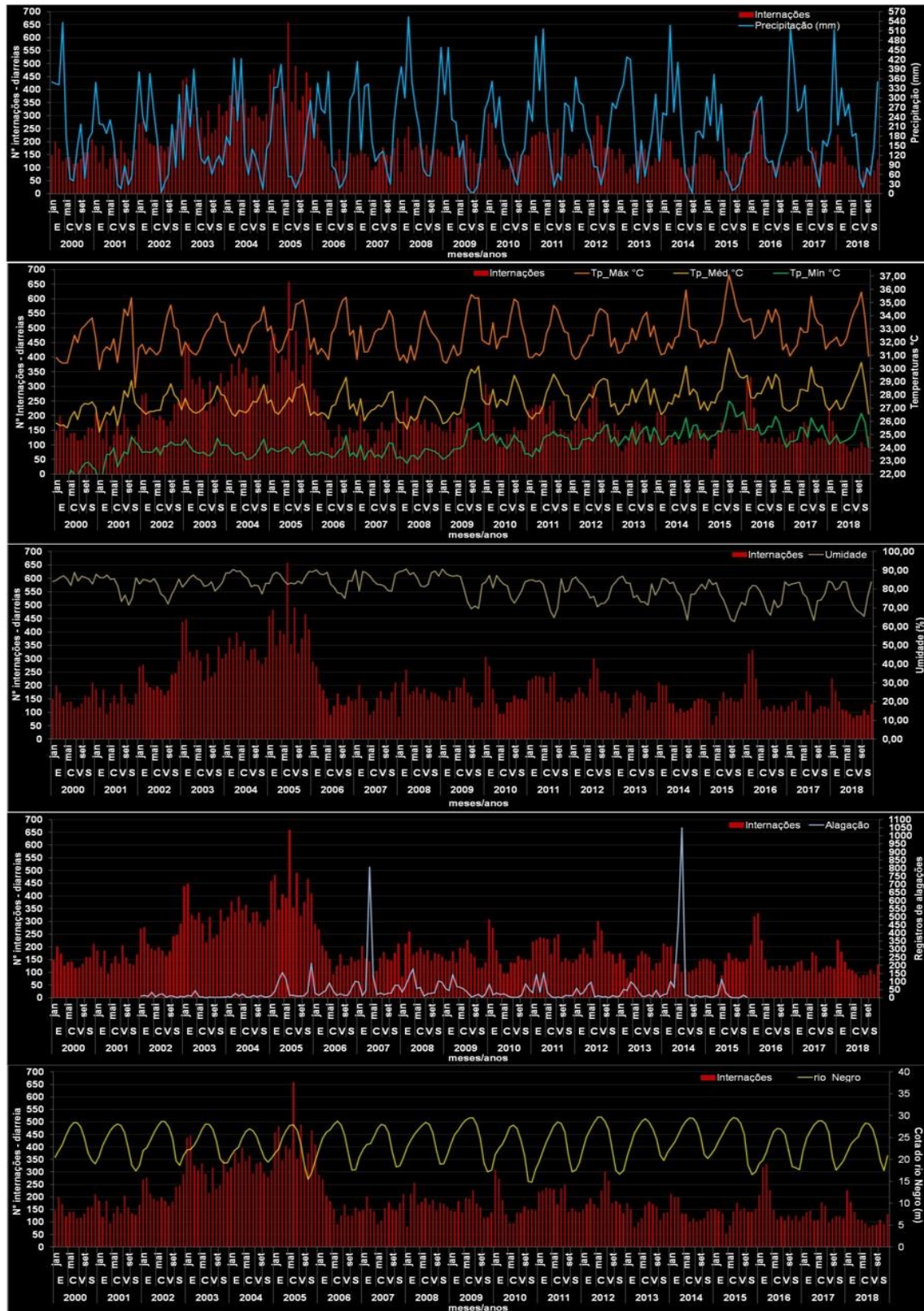
Um fato importante corresponde à coleta e sistematização dos dados do Programa de Monitoramento das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), no qual não faz nenhuma distinção entre as faixas etárias posteriores a 10 anos. Comumente, estudos de cunho epidemiológicos sobre a diarreia aguda concentram a sua atenção especialmente na população infantil (BENICIO e MONTEIRO, 2000; BÜHLER, 2013; FONSECA, 2018; GENSER et al., 2008; OLIVEIRA e LATORRE, 2010;) sendo “difícil estabelecer comparações para a morbidade observada na população adulta.” (ASMUS, 2014, p.107).

As internações por diarreia aguda se concentraram entre 100 a 150 casos, durante os anos de 2000 a 2018, com exceção de alguns anos (2002 a 2005) onde ocorreram os maiores registros da doença (anos epidêmicos - com média de 300 a 500 internações) (Figura 3).

A diarreia aguda apresentou pouca variabilidade anual, com picos das internações ocorrendo entre os meses de janeiro a abril, meses que compõe o período chuvoso na cidade. A temperatura mínima durante este período foi de 23 – 24 °C, média entre 26,5 – 28,5 °C, máxima entre 31 e 35 °C e umidade em torno de 70 e 90%. Em circunstância disso, a frequência dos eventos de inundações, alagações urbanas e a alta da cota do rio Negro são frequentes, o que pode ter contribuído para a alta da doença, que é potencializada pelo maior contato da população nestes lugares vulneráveis. No entanto, a simples presença do agente patogênico na cidade não resultará, necessariamente, na infecção do indivíduo, o que nos leva a considerar em sua análise outros determinantes da doença, como por exemplo, a faixa etária, estado nutricional e imunidade do indivíduo.

Nos demais anos (2006 a 2018) foi encontrado as mesmas condições pluviométricas, porém com menos registros das internações. A temperatura mínima foi de 24 – 26 °C, média de 27 – 29,5 °C e com maior oscilação na temperatura máxima (31 e 37 °C) o que explica a baixa da umidade nesse mesmo período (65 – 85 %).

Alguns dos fatores que podem ter contribuído para a redução dos casos de diarreia aguda, pode ter sido a implementação das estratégias de promoção à saúde e prevenção a doença, a exemplo, da intensificação de campanhas do governo sobre educação em saúde, aumento da cobertura vacinal contra um dos principais agentes patogênicos da doença que é o rotavírus; distribuição de hipoclorito de sódio para a população entre outros. No entanto, enfatiza-se que a simples presença do agente patogênico no ambiente urbano não resultará, necessariamente, na infecção do indivíduo, por isso, outros fatores determinantes para a incidência da doença devem ser analisados, como a idade, estado nutricional e imunidade do indivíduo.



**Figura 3.** Padrões da diarreia aguda com a sazonalidade hidroclimática – MANAUS/AM.  
**Fonte:** INMET; SIH/SUS; DEFESA CIVIL, 2021. **Elaboração:** Autores (2022).



Outros estudos como o de Kondo et al. (2002), Cann et al. (2013) e Carlton et al. (2013) verificaram uma relação entre chuvas extremas e a incidência de diarreia, porém, os dados apresentados neste artigo, permitiram apenas uma análise na escala mensal e não foi possível verificar uma relação direta dos episódios de alagação com as internações por diarreia aguda em Manaus.

Alguns estudos citam que a variável cota do rio influenciou diretamente na incidência da diarreia (BOITHIAS ET AL., 2016; FONSECA, 2018; SILVA, 2014). Neste artigo, ao relacionar a cota do rio Negro com as ocorrências de diarreia, foi possível verificar o aumento das internações na transição entre as secas e enchentes, independentemente se as ocorrências foram em períodos epidêmicos ou não.

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que alterações no padrão climático inferem na incidência da doença (LIPP ET AL. 2002; TAM et al., 2006; KOLSTAD E JOHANSON, 2010; ROUQUAYROL, 2013) e que, portanto, o clima atua como um condicionante no processo saúde-doença, sendo um fator a ser considerado nos planejamentos de saúde.

Ressalta-se que, crianças menores de um ano são mais afetadas por determinados vírus e bactérias, devido principalmente à desnutrição e desmame precoce. Quanto às outras bactérias, estas afetam mais os adultos, onde grande parte da população é atingida pelos parasitas – giárdia, ameba e os helmintos – ascáris, ancilostomídeos (LINHARES, 2000; MENEGUESSI et al., 2015; MS, 2018).

Conforme Ministério da Saúde (2010, p.31), a importância das bactérias na etiologia das doenças diarreicas (se comparados com os vírus) é devido aos baixos índices de saneamento, educação e informação da sociedade. Este fato se justifica devido ao aumento das doenças diarreicas (causadas por bactérias) durante o verão, especificamente, onde as mudanças de estação são marcantes. Em contrapartida, os registros das doenças diarreicas causadas por vírus se intensificam no inverno. Em relação ao seu modo de transmissão, as diarreias agudas podem ocorrer pela via oral ou fecal, sendo específico para cada agente patogênico.

A Tabela 2 elenca os principais agentes patogênicos e seu período de incubação causado por bactérias, vírus e parasitas envolvidas na diarreia.

**Tabela 2:** Agentes patogênicos e períodos de incubação envolvidos na diarreia

	<b>Agentes patogênicos</b>	<b>Período de incubação</b>
<b>Bactérias</b>	<i>Bacillus cereus</i>	1 a 6 horas
	<i>Staphylococcus aureus</i>	1 a 6 horas
	<i>Campylobacter spp.</i>	1 a 7 dias
	<i>Escherichia coli enterotoxigênica (ETEC)</i>	12 horas a 3 dias
	<i>Escherichia coli enteropatogênica (EPEC)</i>	2 a 7 dias
	<i>Escherichia coli enteroinvasiva (EIEC)</i>	2 a 3 dias
	<i>Escherichia coli enterohemorrágica (EHEC)</i>	3 a 5 dias
	<i>Salmonella spp (não tifoide)</i>	8 horas a 2 dias
	<i>Shigella spp</i>	1 a 7 dias
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	2 a 7 dias
	<i>Vibrio cholerae</i>	5 a 7 dias
	Astrovírus	1 a 14 dias

Agentes patogênicos		Período de incubação
Vírus	Calicivírus	1 a 3 dias
	Adenovírus entérico	7 a 8 dias
	Norovírus	18 horas a 2 dias
	Rotavírus grupo A	1 a 3 dias
	Rotavírus grupo B	2 a 3 dias
	Rotavírus grupo C	1 a 2 dias
Parasitas	Balantidium coli	Ignorado
	Cryptosporidium spp.	1 a 2 semanas
	Entamoeba histolytica	2 a 4 semanas
	Giardia lamblia	5 a 25 dias
	Cystoisospora belli	2 a 15 dias

**Fonte:** Guia de Vigilância em Saúde. Brasil, 2017. **Elaboração:** Autores (2022).

Nesse sentido, é primordial estabelecer um monitoramento obrigatório das investigações dos casos de diarreia em todas as esferas (nacional, estadual e municipal), identificando principalmente o seu agente etiológico na base de informações de saúde, visto que, metade dos casos de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa no Brasil e seus demais municípios, os patógenos não são identificados e as únicas informações disponíveis são oriundas de estudos especializados e locais.

A vigilância epidemiológica tem papel essencial na avaliação do impacto da doença e no monitoramento dos genótipos circulantes. Visto que, a partir das informações sobre esses patógenos no sistema de saúde é possível compreender os contextos socioambientais no qual a doença se desenvolve, além de estabelecer medidas preventivas, incluindo vacinas e tratamentos mais eficientes para cada agente patogênico.

Quanto à aplicação da estatística descritiva nesse estudo, os resultados da Correlação de Pearson (Tabela 3) apontaram que a variável umidade, temperatura mínima e média são as que mostraram melhores correlações, embora fracas ( $r = <0,3$  ou  $-0,3$ ). Somente a temperatura mínima e umidade foram significativas ( $p = 0,001$  e  $0,000$ ).

**Tabela 3:** Aplicação Correlação de Pearson: variáveis hidroclimáticas e interações por diarreia aguda.

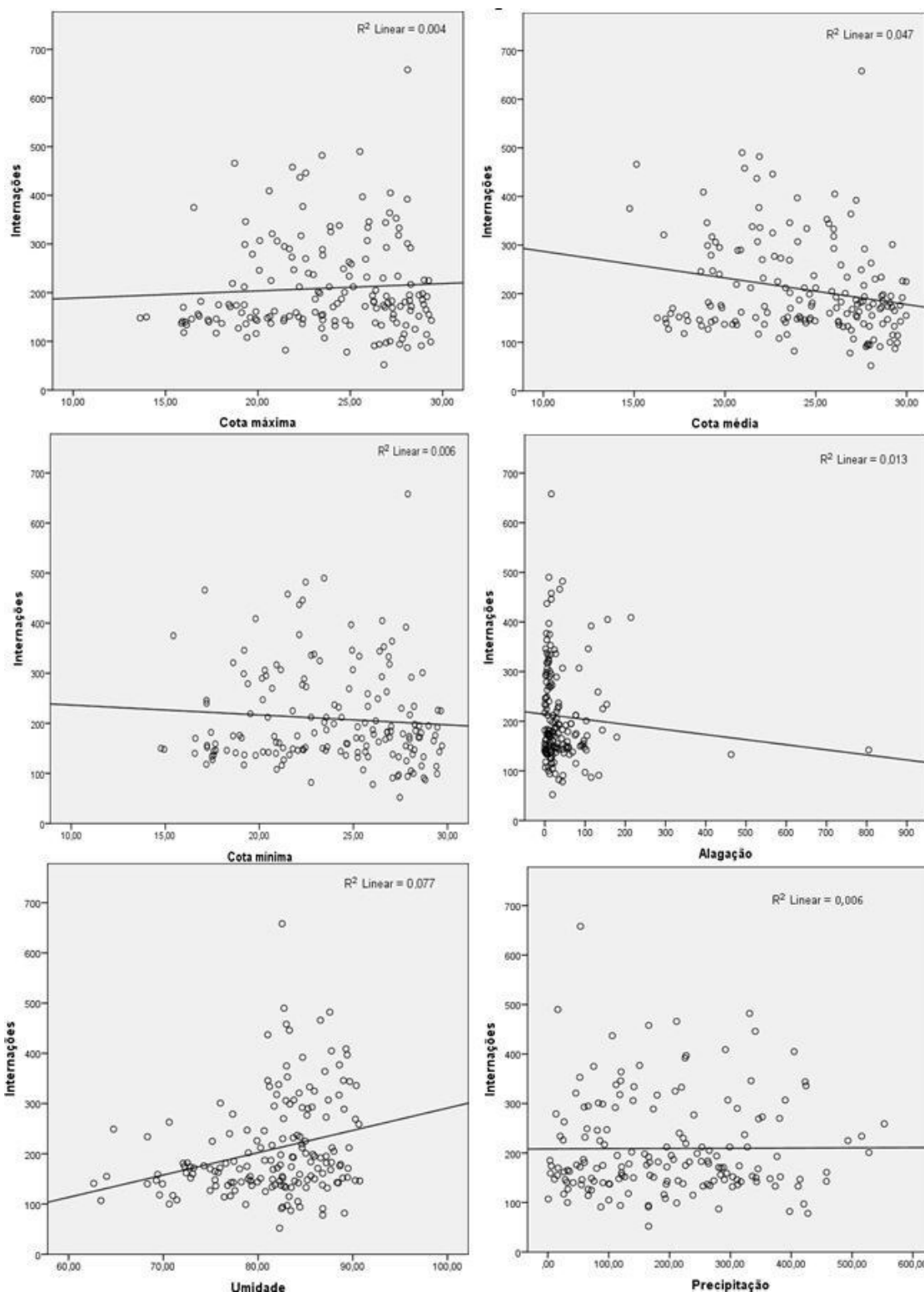
Variáveis	Correlação de Pearson ( <i>r</i> )	p. <(0.05)
<b>Interações</b>	1	.
<b>Alagações</b>	-0,036	0,296
<b>Cota máxima do rio Negro</b>	0,061	0,4433
<b>Cota média do rio Negro</b>	-0,075	0,130
<b>Cota mínima do rio Negro</b>	0,079	0,310
<b>Pluviosidade</b>	0,030	0,326
<b>Temperatura máxima</b>	-0,078	0,121
<b>Temperatura média</b>	-0,144	0,15
<b>Temperatura mínima</b>	-0,207	0,001
<b>Umidade</b>	-0,295	0,000

Fonte: Autores (2022).

Quanto ao grau de predição das variáveis hidroclimáticas em relação à incidência da doença (Figura 4), a umidade teve maior valor e significância ( $R^2 = 7,7\%$ ;  $p=0,000$ ), seguidas da cota média ( $R^2 = 0,047 = 4,7\%$ ) e alagação ( $R^2 = 0,013 = 1,3\%$ ), embora, ambas sem significância estatística ( $p = 0,130$  e  $0,296$ , respectivamente).

Os resultados alcançados com a variável umidade segue a linha dos estudos de D'Souza (2008), quando identificou uma redução na incidência da doença e Chou et. al (2010), quando também identificou alta associação dos casos com a população adulta.

A diarreia aguda apresentou pouca variabilidade anual, com picos das interações ocorrendo entre os meses de janeiro a abril, meses que compõe o período chuvoso na cidade. A temperatura mínima durante este período foi de  $23 - 24$  °C, média entre  $26,5 - 28,5$  °C, máxima entre  $31$  e  $35$  °C e umidade em torno de  $70$  e  $90\%$ .



**Figura 4:** Coeficiente de determinação das variáveis hidroclimáticas em relação às internações por diarreia aguda. **Fonte:** Autores, 2022.

Diante aos valores menos satisfatórios do coeficiente de determinação, algumas variáveis hidroclimáticas não foram suficientes na predição da doença, assim, sugere-se considerar outros determinantes sociais da saúde que estejam associadas a sua transmissão, como as condições socioeconômicas e socioculturais.

A simples presença do agente patogênico no ambiente urbano não resultará, necessariamente, na infecção do indivíduo, visto que também encontra-se associada a outros determinantes sociais, como por exemplo, renda, escolaridade, idade, estado nutricional e imunidade do indivíduo.

Os aspectos socioculturais como os hábitos de higiene – lavagem das mãos antes de uma refeição e após o uso do sanitário, formas tratamentos, automedicação “não convencionais (caseiros)” – também potencializam o processo de infecção do indivíduo através dos agentes patogênicos das diarreias agudas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De modo geral, a diarreia aguda se caracteriza com pouca variabilidade anual e picos de internações entre os meses de janeiro e abril, períodos estes no qual corresponderam ao período chuvoso da cidade. Em conjuntura disso, a frequência dos episódios de alagação e inundação urbana e alta da cota do rio Negro são frequentes potencializando o contato da população manauara em espaços acometidos pela doença.

Os resultados da Correlação de Pearson indicaram que as variáveis hidroclimáticas umidade, temperatura mínima e média foram as que apresentaram melhores correlações, no entanto foram fracas. Somente as variáveis temperatura mínima e umidade foram significativas.

Em relação ao poder de predição das variáveis hidroclimáticas na incidência da diarreia aguda, pode-se aferir que a umidade teve maior valor e significância, acompanhadas da cota média e alagações, embora ambas sem significância estatística

Este estudo encontrou algumas limitações acerca da oferta de dados, principalmente em relação a sua organização e distinção quanto a gênese de eventos como alagações e inundações urbanas pelos órgãos públicos competentes. Tais dados se fossem sistematizados quanto a sua gênese (alagação, inundação) poderiam auxiliar no estudo do clima urbano integrado aos contextos de saúde em diferentes escalas temporais e espaciais. Devido a limitação deste dado, deve-se considerar que isso tenha influenciado na associação entre os episódios de alagações urbanas com a incidência da diarreia aguda.

Nesse sentido, sugere-se que nos estudos futuros possam realizar análises mais específicas entre as variáveis hidroclimáticas e a doença na escala semanal, em virtude do período de incubação e transmissão da diarreia considerando a espacialidade da vulnerabilidade socioambiental de Manaus.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de Bolsa de mestrado da primeira autora. À Secretaria Municipal de Saúde (Sems), Porto de Manaus e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET/MANAUS), por terem cedido os dados das ocorrências de diarreias agudas e variáveis hidroclimáticas e ao Laboratório de Hidrogeografia e Climatologia da Amazônia (HIDROGEO/UFAM) pelo espaço de estudo e apoio técnico.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

**Concepção:** Marcela Beleza de Castro. **Metodologia:** Marcela Beleza de Castro e João Cândido André da Silva Neto. **Análise formal:** Marcela Beleza de Castro e João Cândido da Silva Neto. **Pesquisa:** Marcela Beleza de Castro. **Preparação de dados:** Marcela Beleza de Castro. Escrita do artigo: Marcela Beleza de Castro e João Cândido da Silva Neto. **Revisão:** João Cândido André da Silva Neto. **Supervisão:** João Cândido André da Silva Neto. **Aquisição de financiamento:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. B. **Análise socioambiental da morbidade da malária em Manaus-AM.** 129 f. Dissertação de Mestrado– Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2019.
- BOITHIAS, L. et. al. Hydrological regime and water shortage as drivers of the seasonal incidence of diarrheal diseases in a tropical montane environment. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v.10, n.12, p.1-27, 2016.
- BUFFON, E.A. M; MENDONÇA, F. A. Análise integrada da vulnerabilidade à diarreia aguda em Curitiba. **Confins**. v. 33, n.1, p.1-18, 2017.
- CARLTON E. J. et al. Heavy rainfall events and diarrhea incidence: the role of social and environmental factors. **Am J Epidemiol** v.179, n.3, p.344-352, 2013.
- COSTA, M.; C. N.; TEIXEIRA, M. G. L. C. A concepção de “espaço” na investigação epidemiológica. In: **Cadernos de Saúde Pública**. v. 15, n. 2, Rio de Janeiro, p. 271-279.1999.
- FUCKNER, M. A. 337f. **Estudo dos padrões espaço-temporais de ocorrência da diarreia no semiárido brasileiro.** Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia, 2015.
- FONSECA, P.A.M. 99f. **Influência de variáveis hidro-climáticas na ocorrência de diarreias em menores de 5 anos na amazônia ocidental.** Tese de doutorado. Área de concentração: Clima e Ambiente. INPA, Manaus-AM, 2018.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) – **Banco de dados históricos** – BDMEP, estação Manaus, 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em: 23 mar. 2020.
- LIPP, E. K.; HUQ, A.; COLWELL, R. R. Effects of Global Climate on Infectious Disease: the Cholera Model. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 15, n. 4, p. 757–70, 2002.
- PORTO DE MANAUS. **Medições cota rio Negro**. Disponível em: <https://www.portodemanau.com.br/?pagina=nivel-do-rio-negro-hoje>: Acesso em: 13 de agosto 2020.
- MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. In: MENDONÇA, F; KOSEL, S. (orgs.) **Elementos da epistemologia da Geografia contemporânea**. UFPR, 2002.
- MORAES, A. C. R. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. São Paulo: Hucitec, (2ª ed.), 1997.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE (OPAS). Organização Pan-Americana da Saúde Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil. **Ministério da Saúde** – Brasília, 2009. p. 48.
- PRÜSS-ÜSTÜN, A., CORVALÁN, C. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. **Genebra: World Health Organization (WHO)**, 106 p., 2006.
- PATZ, J. A. CHRISTENSON, M. A mudança climática e a saúde. In: GALVÃO, L.A.; FINKELMAN, J.; HENAO, S (Orgs.) In: **Determinantes ambientais e sociais da saúde**, Editora Fiocruz, Mangueiras, Rio de Janeiro –RJ, 2011.
- PEREIRA, U. A. 188f. **Saneamento ambiental e o processo saúde doença em Manaus/Am**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.
- PONTES, C.C et al. Efeitos do clima na saúde: análise das internações de crianças menores de cinco anos por pneumonia no município de ponta grossa – PR. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.18, n. 12, p.38-52, 2016.
- PORTELA, R. A. et al. Comportamento das doenças diarreicas nas mudanças sazonais no município de Campina Grande - PB. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 9, n. 17, 27 dez. 2013.
- ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G.C; Rouquayrol **epidemiologia & saúde**. 7. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2013.
- ROQUE, W.V. **Mapeamento Geoambiental da Área Urbana de Manaus – AM**. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, 2006.
- RUFINO, Renata et al. Surtos de diarreia na região Nordeste do Brasil em 2013, segundo a mídia e sistemas de informação de saúde – Vigilância de situações climáticas de risco e emergências em saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 777-788, Mar. 2016.

SANTOS, M. Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 309-314, 2003.

SAMPAIO, T. V. M. Diretrizes e procedimentos metodológicos para a cartografia de síntese com atributos quantitativos via álgebra de mapas e análise multicritério. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 121-131, 2012.

SCHWARTZ J, LEVIN R, HODGE K. Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia. **Epidemiology**, v.8, p.615-620, 1997.

SCHWEICKARDT, J. C. O urbano e a Saúde Pública em Manaus. In: **Sustentabilidade, ambiente e saúde na cidade de Manaus**. Eds. Edua, Fiocruz, Manaus, p. 29-48, 2015.

SEIDU, R.; STENSTRÖM, T. A.; LÖFMAN, O. A comparative cohort study of the effect of rainfall and temperature on diarrhoeal disease in faecal sludge and non-faecal sludge applying communities, Northern Ghana. **Journal of Water and Climate Change**, v.4, n.2, p. 90-102, 2013.

SETTE, D. M.; RIBEIRO, H. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. **Revista de Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v.6, n.2, p. 37-51, 2011.

RUFINO, Renata et al. Surtos de diarreia na região Nordeste do Brasil em 2013, segundo a mídia e sistemas de informação de saúde – Vigilância de situações climáticas de risco e emergências em saúde. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 777-788, Mar. 2016.

SASTRY, N., BURGARD, S. The prevalence of diarrheal disease among Brazilian children: trends and differentials from 1986 to 1996. **Social Science and Medicine**, v. 60, pp. 923–935, 2005.

SECRETÁRIA MUNICIPAL DE SAÚDE – SEMSA/MANAUS. **Programa de Monitoramento das doenças diarreicas agudas**, acesso local, 2019.

SECRETÁRIA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – SEPDEC. **Registros de alagação em Manaus**, acesso local, 2019.

SILVA, D. R. **Variabilidade climática, vulnerabilidade ambiental e saúde: os níveis do rio Negro e as doenças relacionadas à água em Manaus**. 2014. xii,135 f. Dissertação (Epidemiologia em Saúde pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2014.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES HOSPITALARES/SIHSUS. **Internações por diarreia aguda**, 2000 a 2018. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/sxuf.def> . Acesso em: 20 de julho, 2020.

TAM, C. et al. Temperature dependence of reported *Campylobacter* infection in England, 1989–1999. **Epidemiology & Infection**, v.134, n.1, p. 119-125, 2006.

THOMAS, W. The sanitary conditions and diseases prevailing in Manaus, North Brazil, 1905-1909, with plan of Manaus and chart. **Fifteenth Expedition of the Liverpool School of Tropical Medicine**. Expedition to the Amazonas, 1909.



TRATA BRASIL. Estudo mostra que diarreia, dengue e leptospirose crescem em cidades com saneamento básico precário, **Instituto Trata Brasil**, p.1-24, 2017.

UMBELINO, G. J. M. Aplicação do índice de qualidade de vida humana (IQVH) nas regiões metropolitanas do Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 339-340, 2007.

UNICEF. **Pneumonia and diarrhoea** - Tackling the deadliest diseases for the world's poorest children. 2012. p. 86.

VICTORA, C. G. Diarrhea mortality: what can the world learn from Brazil? **Jornal de Pediatria** - v. 85, n.1, p. 3-5, 2009.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0

