



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Relação entre Internações por Doenças Respiratórias e Conforto Térmico Humano na Região das Missões do Rio Grande do Sul¹

Camila Guerim Pieniz¹, Rose Ane Pereira de Freitas², Anderson Spohr Nedel³

¹ Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). CEP: 97900-000, Cerro Largo (RS), Brasil, guerimcp@gmail.com. Orcid Id: 0000-0002-7495-5788. ² Professora na Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Capão do Leão. Grupo de estudos em Poluição Atmosférica e Biometeorologia Humana (GEPABIOH), Pelotas (RS), Brasil. Orcid Id: 0000-0003-0186-3484. ³ Professor na Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo, Cerro Largo, RS, Brasil. Orcid Id: 0000-0001-5456-6139 (autor correspondente).

Artigo recebido em 27/03/2023 e aceito em 22/05/2023

RESUMO

O desenvolvimento de pesquisas relacionando condições meteorológicas, climáticas e de saúde humana tem evoluído notoriamente, caracterizando eventos associados a ocorrências de enfermidades e prevendo eventos de tempo e clima desfavoráveis. Logo, neste estudo analisa-se as internações hospitalares por doenças respiratórias (DR) de crianças e idosos nos municípios de São Luiz Gonzaga e São Borja, pertencentes a região das Missões do Rio Grande do Sul (RS) durante os anos de 2019 a 2020 e a sua relação com o conforto térmico humano (CTH) a partir de dados diários de variáveis meteorológicas e informações sobre as admissões hospitalares diárias por doenças respiratórias. Os dados meteorológicos foram usados para calcular o CTH, através dos índices Temperatura Efetiva em função do vento (TEv) e Heat Index (HI) que foram quantificados para as duas cidades nas faixas interpretativas do CTH, e analisados juntamente como o coeficiente de internação hospitalar, e as frequências de admissões hospitalares. Os resultados mostraram uma relação direta entre os índices de CTH e doenças respiratórias, na medida que, quando aumenta o desconforto térmico (por frio ou calor) aumentam também as admissões hospitalares. Considerando-se gênero e faixa etária, constatou-se um maior número de internações de crianças do sexo masculino (62%) e idosos do sexo feminino (53%). Tais internações ocorreram predominantemente, em dias com as sensações térmicas caracterizadas como “Ligeiramente Frio” (CTH entre 13 e 18°C) e “Frio Moderado” (CTH entre 8 e 13°C), com o aumento nas internações ocorrendo entre um e três dias após o aumento do desconforto térmico humano.

Palavras-chave: Conforto Térmico Humano; Biometeorologia; Saúde, COVID-19.

Relationship between Hospitalizations for Respiratory Diseases and Human Thermal Comfort in the Missões Region of Rio Grande do Sul¹

ABSTRACT:

The development of research relating meteorological, climatic and human health conditions has notably evolved, characterizing events associated with the occurrence of diseases and predicting unfavorable weather and climate events. Therefore, this study analyzes hospital admissions for respiratory diseases (RD) of children and the elderly in the municipalities of São Luiz Gonzaga and São Borja, belonging to the Missões region of Rio Grande do Sul (RS) during the years 2019 to 2020 and its relationship with human thermal comfort (HSC) from daily data on meteorological variables and information on daily hospital admissions for respiratory diseases. The meteorological data were used to calculate the HSC, through the indices Effective Temperature as a function of the wind (TEv) and Heat Index (HI) that were quantified for the two cities in the interpretative ranges of the HTC, and analyzed together with the coefficient of hospitalization, and the frequencies of hospital admissions. The results showed that there is a direct relationship between HSC rates and respiratory diseases, insofar as, when thermal discomfort increases (by cold or heat), hospital admissions also increase. Considering gender and age group, there was a greater number of admissions of male children (62%) and female elderly (53%). Such hospitalizations occurred predominantly on days with thermal sensations characterized as “Slightly Cold” (CTH between 13 and 18°C) and “Moderate Cold” (CTH between 8 and 13°C), with the increase in hospitalizations occurring between one and three days after the increase in human thermal discomfort.

Keywords: Human Thermal Comfort; Biometeorology; Health, COVID-19

Introdução

Os primeiros estudos que relacionaram os efeitos da saúde aos fatores ambientais foram feitos no século V por Hipócrates, também conhecido como o pai da medicina. Desde então, as pesquisas científicas realizadas têm mostrado grande importância, uma vez que, os impactos à saúde humana derivados das condições do ambiente mostrados nos estudos variam desde um simples mal-estar humano, até doenças mais graves, como, por exemplo, doenças cardiovasculares, respiratórias, neurológicas, que podem levar a morte (ISB, 2022). Dentre os diversos estudos que envolvem a Biometeorologia Humana encontram-se pesquisas sobre o Conforto Térmico Humano (CTH), definido como confortável termicamente quando há um balanço de energia entre o ser humano (organismo) e o meio (ambiente), ou seja, quando todo o calor produzido pelo corpo humano estiver na mesma proporção que o perdido para o meio externo (Fanger, 1970).

Dentre as principais doenças relacionadas a mudanças nas condições de tempo e clima estão as enfermidades respiratórias. Segundo a Organização Panamericana de Saúde (OPAS), as doenças respiratórias crônicas não transmissíveis constituem sete das dez principais causas de óbitos no mundo (OPAS, 2022). Dentre as faixas etárias da população, a parcela mais vulnerável e, portanto, a que mais sofre os impactos ambientais são as crianças menores de 5 anos e os idosos maiores de 65 anos. Consequentemente, e sob essas condições, justifica-se a alta taxa de internações hospitalares no inverno/verão, por ser o período de maior desconforto/stress térmico (Nedel, 2008; Lopes, 2016; Nick, 2019; Moraes et al., 2019). Nedel (2008), mostra que mudanças bruscas de tempo podem influenciar na degradação da qualidade do ar, sobretudo quando o local se encontra sob influência de uma massa de ar frio e seco, diminuindo a dispersão dos poluentes na atmosfera e a qualidade do ar respirado pela população próximo à superfície. Por outro lado, mudanças nas condições de clima (períodos mais longos de estados de tempo, que caracterizam uma região), não estão associadas ao surgimento de doenças, mas sim relacionados ao agravamento de complicações pré-existentes, peculiares de cada indivíduo (Bucher e Haase, 1993).

Assim, o desenvolvimento de pesquisas que relacionam o desconforto térmico humano e doenças a determinadas situações meteorológicas e climáticas podem auxiliar na prevenção de eventos futuros (a curto/longo prazo) desfavoráveis à saúde da população, bem como, a possibilidade de alertar novos episódios, otimizando o sistema de saúde

pública. Cita-se como exemplo, a pandemia do Coronavírus (COVID-19) iniciou no Rio Grande do Sul (RS), no ano de 2020 (Governo do Brasil, 2022), tornando, assim, interessante averiguar quais os efeitos que tal cenário pandêmico pode ser relacionado ao aumento ou diminuição dos casos de internações por doenças respiratórias registradas pelo Sistema Único de Saúde - SUS (Soder et al., 2021).

Uma vez que o ser humano não dispõe, em tempo real (em seu dia a dia), de instrumentos capazes de medir as condições sentidas do ar que o circunda o corpo humano, diferentemente do que ocorre com a ar atmosférico, foram desenvolvidos índices a fim de simular tais sensações. Segundo Fanger (1982) índices biometeorológicos ou Índices de Conforto Térmico Humano (ICT) são equações matemáticas que buscam estimar a sensação térmica sentida, de acordo com as variações do ambiente sobre o organismo humano, as quais, podem ser classificadas em Índices Biometeorológicos Simplificados (IBS) e Modelos de Balanço de Calor (MBC).

Nos últimos anos, vários pesquisadores tem mostrado haver associação entre variáveis ambientais, CTH e saúde humana (principalmente, problemas respiratórios e cardiovasculares) (Nick et al., 2022; Krüger and Nedel, 2022; Kruger et al., 2022; Braun et al., 2022; Chen et al., 2023; Li et al., 2023; Petrou et al. 2023)

Municípios como os localizados na região das Missões do Rio Grande do Sul (situada ao noroeste do Estado, à 500 km da capital, Porto Alegre), que possuem invernos rigorosos, cujas temperaturas baixas, frequentemente alcançam valores próximos de zero, e verões extremamente quentes, com temperaturas que ultrapassam os 40 °C, torna-se de grande interesse analisar tal impacto à saúde. O objetivo desse estudo analisar internações respiratórias de crianças e idosos, e relacioná-las com o (des)conforto térmico humano.

Material e métodos

A área deste estudo localiza-se na região das Missões do Rio Grande do Sul (RS), situada no noroeste do estado, no extremo Sul do Brasil (Figura 1). A região é composta por 26 municípios (Rota Missões, 2021). Neste estudo analisaram-se duas cidades de grande porte da região: São Borja (SB) e São Luís Gonzaga (SLG), com 62.990 e 34.558 habitantes, respectivamente (IBGE 2015), ambos são referência em atendimentos hospitalares e possuem Estações Meteorológicas Automáticas com amplo acervo de dados e acesso gratuito aos usuários em geral.

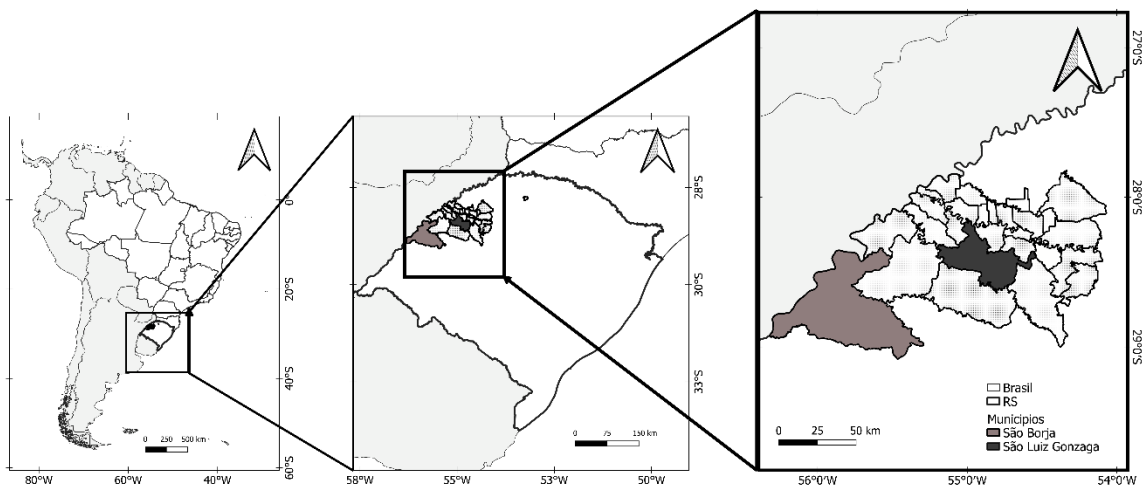


Figura 1. Municípios de estudo na região das Missões em relação ao Brasil e ao Rio Grande do Sul. Sistema de referência espacial DATUM 2000 (Fonte: IBGE, 2022).

O clima da região é classificado como Temperado do tipo Subtropical Úmido (Beck et al., 2018), a qual, possui um regime pluviométrico bem distribuído ao longo do ano, em decorrência da passagem de sistemas frontais (SF) e sistemas convectivos de mesoescala (SCM). As estações de verão e inverno na região costumam ser bastante rigorosas na região. Durante o verão as temperaturas máximas podem ultrapassar 40°C e no inverno essas podem atingir valores abaixo de zero (e, até negativos), com ocorrências de 5 a 20 geadas por ano.

Para ambos os municípios, as informações a respeito das internações hospitalares de crianças e idosos, no período 01 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2020, foram obtidas a partir de registro de Autorizações de Internações Hospitalares (AIH) do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde, e tabulados no software *tabwin*, versão 3.6b (DATASUS, 2022). Foram consideradas admissões hospitalares diárias por

doenças respiratórias, segundo o Código Internacional de Doenças, décima versão, (CID 10; J00 a J99), conforme apresentado no Quadro 1. O critério para a escolha das variáveis, necessárias para o processo de tabulação, incluíram o município de internação do paciente, sexo, data de internação, data de saída, dias de permanência no hospital, diagnóstico principal, idade e morte. Posteriormente, foi realizada uma análise estatística e descritiva dos dados para as crianças, menores de 5 anos, e os idosos, maiores 65 anos.

Dados diários das variáveis temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (VV), para as cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, no período, foram obtidos de estações meteorológicas automáticas, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022). Os dados obtidos são de acesso público e podem ser consultados de maneira online e gratuita pelo sítio www.tempo.inmet.gov.br.

Quadro 1. Doenças respiratórias conforme o CID-10

CID10	Doenças Respiratórias
J02-J03	Faringite aguda e amigdalite aguda
J04	Laringite e traqueia aguda
J00-J01, J05-J06	Outras infecções agudas das vias aéreas superiores
J09-J11	Influenza [gripe]
J12-J18	Pneumonia
J20-J21	Bronquite aguda e bronquiolite aguda
J32	Sinusite crônica
J30-J31, J33-J34	Outras doenças do nariz e dos seios paranasais
J35	Doenças crônicas das amígdalas e das adenoides
J36-J39	Outras doenças do trato respiratório superior
J40-J44	Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas
J45-J46	Asma
J47	Bronquiectasia
J60-J65	Pneumoconiose
J22, J66-J99	Outras doenças do aparelho respiratório

Fonte: adaptado de DATASUS (2009)

Para calcular o CTH nesta pesquisa foram utilizados o Temperatura Efetiva em função do Vento (TEv), também conhecido como temperatura aparente (Ta e o Heat Index (HI). O TEv foi desenvolvido por Suping et al., (1992), Equação 1 (E1). Esses índices relacionam de forma conjunta a influência da temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade do vento sobre o ser humano.

O índice HI expressa a sensação de desconforto/conforto, através da combinação entre T e UR, podendo ser utilizado em períodos de verão (NOAA, 2022), neste caso, para $T > 26^{\circ}\text{C}$. O TEv expressa a sensação de conforto/desconforto térmico humano através da combinação da T, RU,

e VV sendo utilizado em períodos de inverno (Gobo e Galvani, 2012), neste caso, $T \leq 26^{\circ}\text{C}$.

A partir das médias horárias das variáveis foram calculados os valores do conforto térmico humano (diários), através das equações (1) e (2), onde T é a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), UR é umidade relativa do ar (%) e (v) é a velocidade do vento (m.s^{-1}). Para calcular o HI (dias em que $T > 26^{\circ}\text{C}$) utilizou-se a temperatura máxima ocorrida no dia ($T_{\text{máx}}$), e para o cálculo do TEv (dias em que $T \leq 26^{\circ}\text{C}$) utilizou-se a temperatura mínima ocorrida no dia ($T_{\text{mín}}$).

$$TEv = 37 - \left(\frac{37 - T}{0,68 - 0,0014 \cdot UR + \frac{1}{1,76 + 1,4 \cdot v^{0,75}}} - 0,29T \left(1 - \frac{UR}{100} \right) \right) \quad (\text{E1})$$

$$\text{HI} = -42,379 + 2,04901523 \cdot T + 10,14333127 \cdot UR - 0,22475541 \cdot T \cdot UR - 0,00683783 \cdot T^2 - 0,05481717 \cdot UR^2 + 0,00122874 \cdot T^2 \cdot UR + 0,0085282 \cdot T \cdot UR^2 - 0,00000199 \cdot T^2 \cdot UR^2 \quad (\text{E2})$$

A fim de observar o impacto de condições do ambiente (períodos) mais estressantes à saúde humana, foram analisadas internações hospitalares por doenças respiratórias de crianças, menores de 5 anos, e de idosos, maiores de 65 anos, (Quadro 1), nos anos 2019 e 2020, antes e durante a pandemia COVID 19. Através de análises diárias, buscou-se identificar períodos (dias) favoráveis ao aumento das admissões hospitalares, bem como, analisar o impacto da pandemia na frequência das internações hospitalares. Posteriormente, os dias com tais internações foram classificados segundo a sensação de térmica e o grau de estresse térmico

sentido, através das faixas interpretativas de CTH propostas por Matzarakis et al., (2007), (Quadro 2).

Consideraram-se dias que com frequência de três ou mais internações, a fim de comparar com variações nas condições de tempo (queda/aumento de temperatura). Esse critério foi estabelecido devido à baixa frequência de internações de crianças e idosos em ambos os municípios. Foram consideradas mudanças ocorridas nas condições de tempo, com até três dias de antecedência às internações, isso porque, há um atraso ("lag") na resposta do corpo humano frente a uma situação adversa de tempo.

Quadro 2. Distribuição das zonas de caracterização térmica e seus respectivos graus de estresse

Sensação Térmica	Grau de Estresse Fisiológico	TEF
Muito Frio	Extremo estresse ao frio	<4
Frio	Forte estresse ao frio	4 a 8
Frio Moderado	Estresse moderado ao frio	8 a 13
Ligeiramente Frio	Ligeiro estresse ao frio	13 a 18
Confortável	Nenhum estresse térmico	18 a 23
Ligeiramente Quente	Ligeiro estresse ao calor	23 a 29
Quente Moderado	Estresse moderado ao calor	29 a 35
Quente	Forte Estresse ao calor	35 a 41
Muito Quente	Extremo estresse ao calor	>41

Fonte: Adaptado Matzarakis et al., (1999) * TEF=Temperatura Efetiva Fisiológica.

Resultados e discussão

São apresentados na Figura 2, os totais de internações por DR nos municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga, nos anos 2019 e 2020 (pré e durante a pandemia COVID19). O somatório mostrou um total 1.009 internações hospitalares, sendo 716 internações ocorrendo no ano de 2019 e (apenas) 293 internações no ano de 2020. Deste total, 66% correspondem a internações de idosos com mais de 65 anos em relação a crianças com menos de 5 anos. Nota-se uma significativa diferença em relação à frequência total de internações nos dois municípios, nos 2 anos analisados, apresentando 2019 um total muito maior de registros que 2020. Tal diferença pode estar relacionada ao fato de que o ano de 2020 foi marcado pelo início da pandemia do Coronavírus (COVID-19) no Brasil. Corrobora-se a isso, o estudo feito por Soder et al., (2021), que constatou uma diminuição drástica nos números de internações e diagnósticos de doenças (CID-10), devido ao avanço das medidas de isolamento social em 2020. Beber et al., 2020, afirma que a maior incidência de DR está associada às condições comportamentais, ambientais e às variações climáticas.

Pode-se observar que o município de São Luiz Gonzaga teve o maior número de admissões hospitalares por DR, apresentando com um total de 568 casos; 425 no ano de 2019 e 145 em 2020. Contudo, trata-se do município menos populoso, com 34.554 habitantes, quando comparado ao município de São Borja (447 casos) com 67.671 habitantes (IBGE, 2022). Considerando as internações em relação à população das cidades, o número total de casos para São Luiz Gonzaga corresponde a 1,64% da população enquanto São Borja teve 0,66% da população contabilizada no número de internações totais.

Na Figura 3 é possível visualizar o total de internações dos últimos 20 anos para cada município. Nota-se uma média anual de 309 admissões em São Borja e 408 admissões em São Luiz Gonzaga, e tendência de diminuição das internações por DR ao longo dos anos. Essa tendência em declínio nas internações corrobora com resultados obtidos por Santos (2015), que realizou um estudo sobre a tendência da morbidade hospitalar por doenças respiratórias crônicas, no período de 2002 a 2012, no Brasil e verificou uma diminuição das enfermidades respiratórias

crônicas. Resultados divulgados (INFOGRIPE, 2022), também mostram que os casos de Síndrome Gripal Aguda Grave estão diminuindo em muitos locais do Brasil (mais de 22 estados, incluindo o

RS), sendo que atualmente a maioria dos casos confirmados para síndrome gripal, são casos de COVID-19 (90,8%)

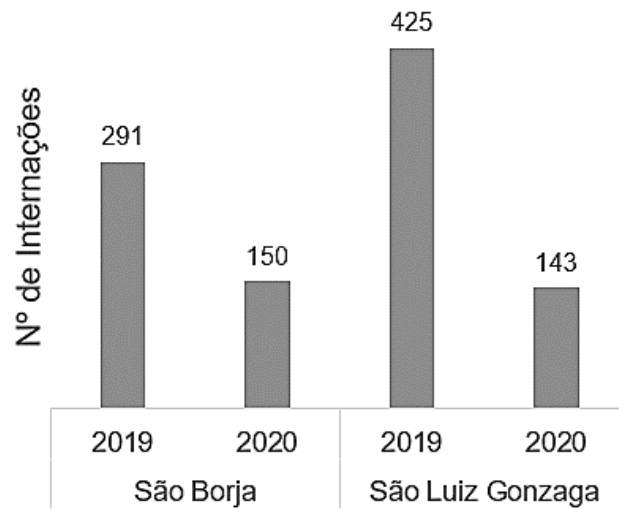


Figura 2. Total de internações por DR para a cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, nos anos 2019 e 2020

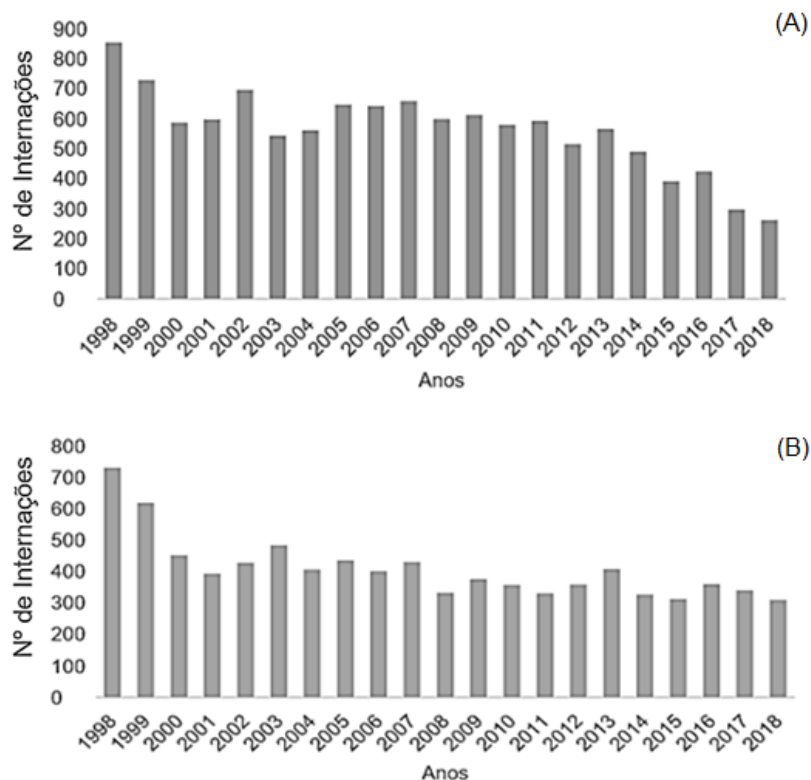


Figura 3. Perfil de Internações hospitalares para crianças e idosos, para São Borja (A) e São Luiz Gonzaga (B) respectivamente, anos 1998 a 2018

Na Figura 4a, aparece o somatório das admissões para as crianças (<5) para os municípios

de São Borja e São Luiz Gonzaga. É possível observar que no ano de 2019 o número de

internações para crianças (<5) foi mais expressivo nos meses mais frios do ano (maio, junho, julho).

Como exemplo, observa-se o mês de junho com 52 casos.

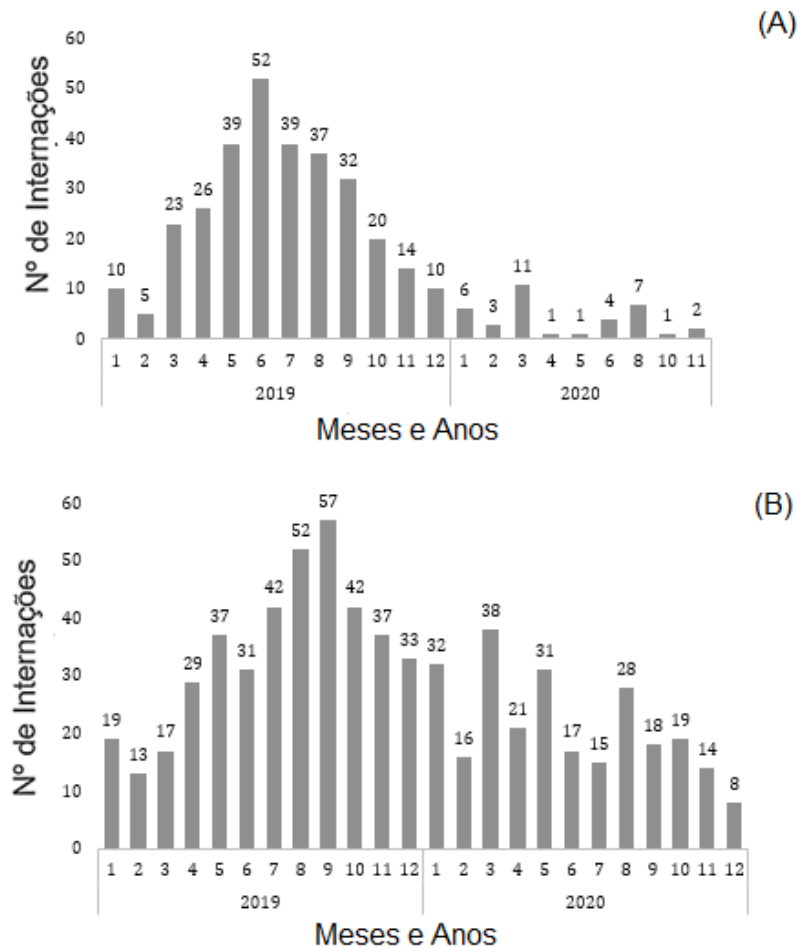


Figura 4. Total de internações por DR mensal nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020 (A) crianças menores de cinco anos, (B) idosos com mais de sessenta e cinco anos.

Em relação aos idosos (>65), nos municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga (Figura 4ab), os meses com as maiores taxas de internações foram ao final do período de baixas temperaturas do ar (agosto, setembro, outubro) sendo o mês mais expressivo setembro, com 57 casos. Por outro lado, as internações mensais ao longo do ano de 2020, para as duas faixa-etárias do estudo, o mês de março foi o mais representativo em relação ao maior valor de admissões hospitalares, sendo 11 casos para o público menor de 5 anos e 38 casos para o público com mais de 65 anos. Se comparado com o ano de 2019, nota-se que esse “maior valor mensal” em março é atípico e não representa o comportamento esperado das internações. Uma hipótese para internações mais expressivas encontradas no mês de março, pode ter sido o início da pandemia COVID19 no Brasil (início também do isolamento social). Devido ao avanço da doença, a partir do mês de março de

2020, estados e municípios decretaram medidas protetivas de distanciamento social, quarentena e isolamento, seguindo orientações do Ministério da Saúde. Esses dados são apresentados na Figura 5 através da distribuição das hospitalizações de COVID-19 no estado do RS no ano 2020. Após as medidas protetivas e preventivas implementadas (como o isolamento social, por exemplo), diversos setores da economia como comércio, indústrias, escolas e universidades, além de serviços não essenciais foram fechados (interrompidos) por longos períodos de tempo.

Segundo estudo realizado pelo Observatório Socioeconômico da COVID-19 (Soder et al., 2021), o início da pandemia do coronavírus orquestrou uma queda no número de consultas e internações por doenças enquadradas no CID-10 no ano de 2020, sendo que essa interrupção de acesso aos serviços de saúde

desencadeou retardo no diagnóstico de doenças na população e afetou o acesso à informação sobre a epidemia, entre outros impactos. Fica perceptível, dessa forma, a relação entre a Pandemia COVID-19 com a diminuição abrupta dos registros de internações hospitalares por DR a partir do mês de março de 2020, tanto para a cidade de São Luiz Gonzaga quanto para São Borja em ambas as faixas etárias do estudo. Soma-se a isso, o fato de que em

março de 2020 foi confirmado o primeiro caso de coronavírus no estado do RS (Rio Grande do Sul, 2022). Nesse contexto, conforme dados disponibilizados, também é possível constatar através da Figura 5 o pico nas internações hospitalares por Covid-19 no estado a partir do mês de março, após a confirmação dos primeiros casos confirmados.

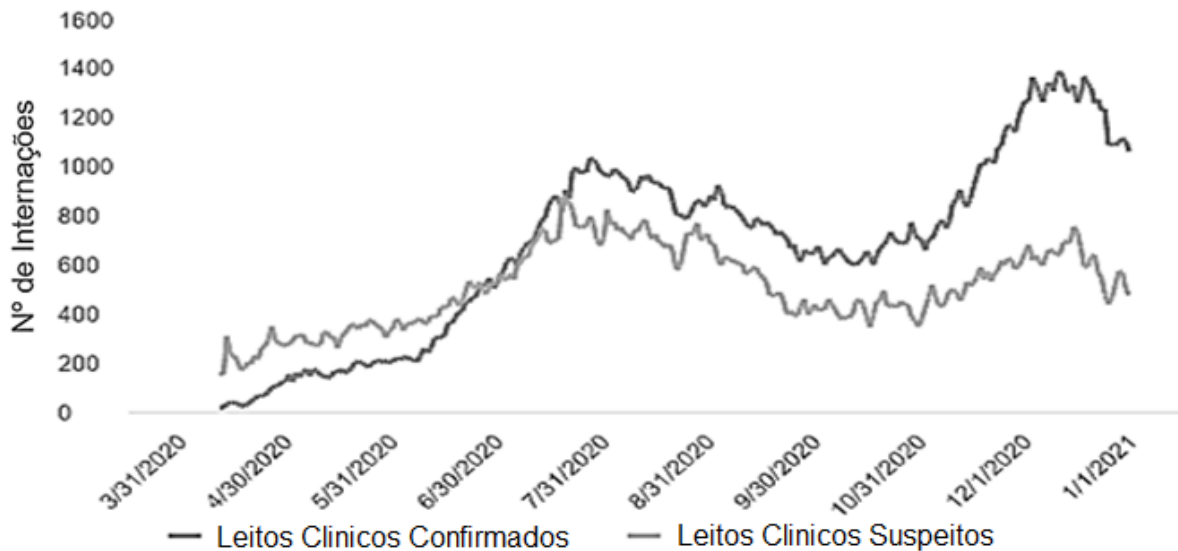


Figura 5. Distribuição das hospitalizações de COVID-19 no estado do RS, ano 2020. Fonte: adaptado de Rio Grande do Sul (2022).

No que diz respeito às admissões hospitalares de DR por gênero, o sexo masculino representou um total de 52% das internações registradas nos dois municípios no período do estudo (Figuras 7 e 8). Foram 549 casos de internações do sexo masculino e 483 registros do sexo feminino. De acordo com a faixa-etária (Figura 6b), a mesma tendência foi observada entre as crianças (<5 anos), visto que 62% (212 casos) foram internações do sexo masculino. Por outro lado, entre os idosos (>65 anos), conforme Figura 6c, a tendência foi contrária e a maior frequência de internações foi do sexo feminino, representando um total de 53% (350 casos) das internações.

Em relação as variáveis meteorológicas e sua relação com as faixas interpretativas de sensação térmica, estimada a partir do valor do CTH (Tabela 1), para o município de São Borja, considerando as duas faixa-etárias, para todo o período, observa-se que a maioria das internações ocorreram quando a sensação é classificada como “Quente Moderado” (CTH entre 29 e 35°C), representando um total de 112 admissões hospitalares. Da mesma forma, pode-se

analisar que essa faixa de sensação térmica é a de maior registro na cidade de São Borja (197 dias).

Todavia, quando se considera o coeficiente das internações comparada à faixa de conforto térmico, a maior ocorrência de admissões hospitalares aconteceu no período em que houve registro classificados como “Ligeiramente Frio” (CTH entre 13 e 18°C), com 68 casos (em 69 dias). Seguindo a análise, a menor ocorrência, deu-se quando a sensação foi classificada como “Muito Frio” (CTH menor que 4°C), correspondendo a 23 internações por DR (em 76 dias).

Na Tabela 1 também é possível analisar as faixas de sensação térmica de acordo com os valores calculados de CTH para o município de São Luiz Gonzaga, para as duas faixa-etárias, nos dois anos do estudo. Constatou-se que a maioria das internações ocorreram quando a sensação foi classificada como “Quente Moderado” (CTH entre 29 e 35°C), representando um total de 101 registros hospitalares por DR. Pode-se analisar que essa faixa de sensação térmica é a de maior registro na cidade de São Luiz Gonzaga (168 dias).

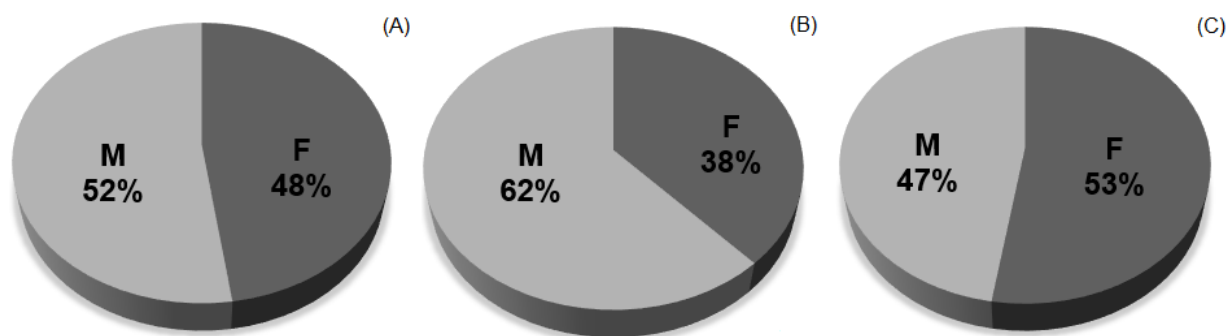


Figura 6. Distribuição do percentual total de internações por DR nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga nos anos de 2019 e 2020 para os sexos feminino (F) e masculino (M), em relação (A) total, (B) crianças menores que 5 anos, (C) idosos com mais de 65 anos.

Tabela 1. Distribuição do número de dias, de internação por DR e coeficiente de internações para crianças (<5) e idosos (>65) na cidade de São Borja (SB) e São Luiz Gonzaga (SLG) nos anos 2019 e 2020.

Sensação Térmica	Nº de dias		Nº de Internações		% de Internações		Coef. de Internações	
	SB	SLG	SB	SLG	SB	SLG	SB	SLG
Muito Frio (<4)	76	97	23	77	5,64	16,14	0,3	0,79
Frio (4 a 8)	47	62	21	58	5,15	12,16	0,45	0,94
Frio Moderado (8 a 13)	54	78	51	59	12,50	12,37	0,94	0,76
Ligeiramente Frio (13 a 18)	69	49	68	30	16,7	6,3	0,99	0,61
Confortável (18 a 23)	42	25	32	16	7,84	3,35	0,76	0,64
Ligeiramente quente (23 a 29)	138	170	61	100	14,92	20,96	0,44	0,59
Quente Moderado (29 a 35)	197	168	112	101	27,45	21,17	0,57	0,60
Quente (35 a 41)	91	79	40	31	9,8	6,5	0,44	0,39
Total	714	728	408	477	100	100		

No entanto, quando se analisa o coeficiente das internações (relação entre número de internações e o número de dias dentro de cada faixa de conforto térmico) e compara-se à sensação térmica (faixas de conforto térmico), nota-se que o maior coeficiente de internação mostrou maiores admissões hospitalares em períodos com a sensação de “Frio” (CTH entre 4 e 8°C, em 78 dias e 59 internações) e “ligeiramente frio” (CTH entre 13 e 18°C, em 69 dias e 68 internações), respectivamente, para São Luiz Gonzaga e São Borja. A menor frequência de ocorrência, deu-se quando a sensação térmica de “Frio” (CTH entre 4 e 8°C) e “ligeiramente frio” (31 internações por DR em 79 dias).

Os resultados do comportamento do conforto/desconforto térmico humano e a distribuição temporal do número de internações por DR no ano de 2019 e 2020, para crianças e idosos, no município de São Borja Figura 7 (a, b) e São Luiz Gonzaga na Figura 8 (a, b) onde observa-se que para o mesmo período, há uma maior frequência de internações de pessoas com mais de 65 anos. Observa-se também que, a maior frequência de dias com registro de admissões hospitalares foram os períodos desconfortáveis termicamente por frio, ou seja, cujas temperaturas estiveram abaixo de 18°C. Esses resultados corroboram àqueles encontrados por Silva (2020), onde afirmou que as internações por DR aumentam

com os valores extremos (máximas e mínimos) de temperaturas.

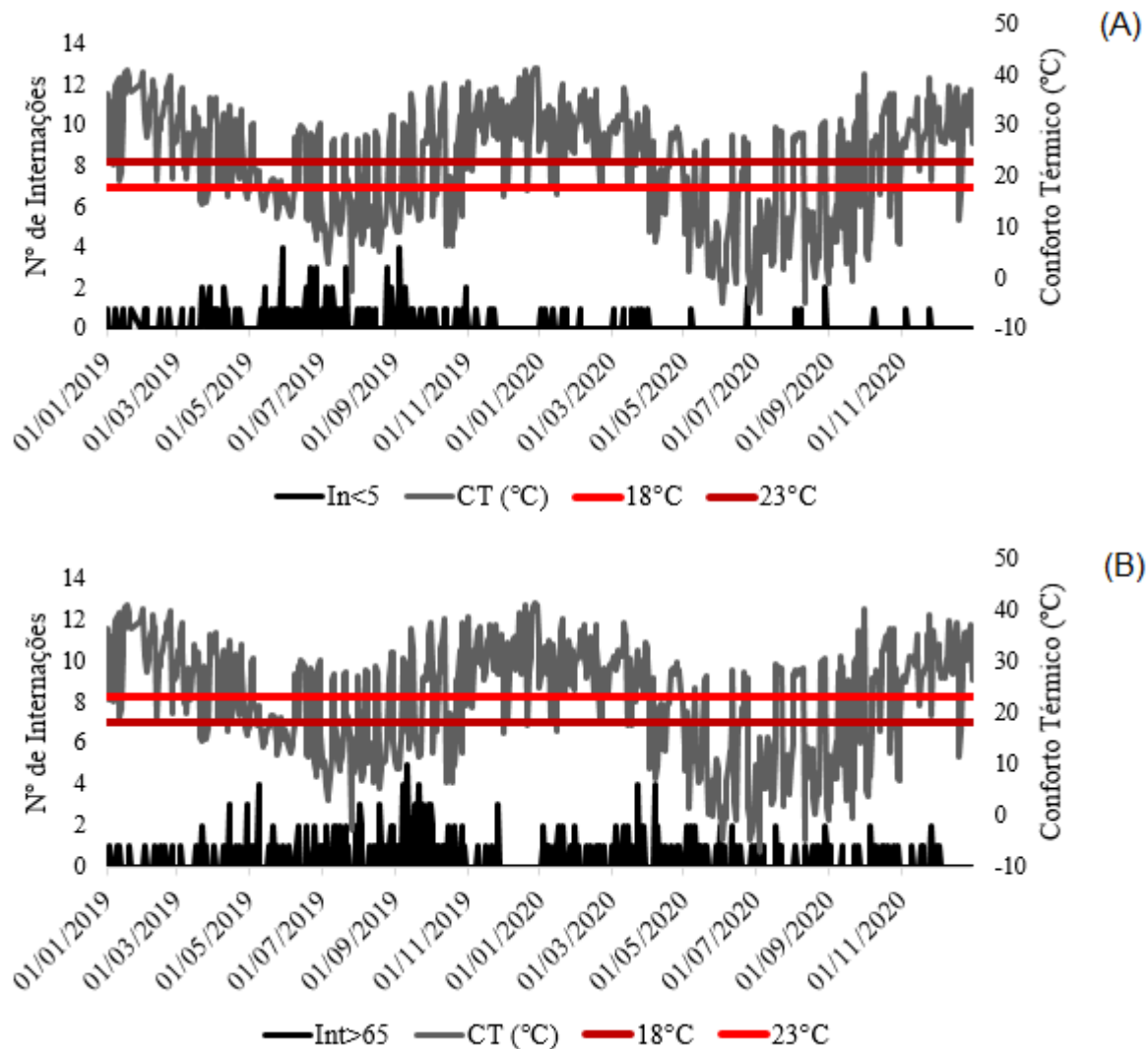


Figura 7. Variação temporal do conforto térmico humano e das internações hospitalares em 2019 e 2020 por DR em São Borja (A) de crianças < 5 anos, (B) >65. As linhas contínuas vermelhas representam os limiares dos valores confortáveis (18 a 23 °C).

A associação, entre conforto/desconforto térmico humano e internações hospitalares também foi realizada para o público com idade menor de cinco e com mais de sessenta e cinco anos de idade, para o município de São Luiz Gonzaga (Figura 8 (a,b)), sendo possível verificar que tais admissões ao hospital também foram registradas em dias com desconforto inferior a 18°C, ou seja, abaixo da faixa de confortável termicamente (CTH varia de 18 a 23°C).

Por fim, estimou-se o número de dias em que aconteceram as internações, após às mudanças nas condições de tempo, ou seja, após a queda ou aumento do desconforto térmico humano. Para esta análise foram observados somente os dias com uma frequência (crianças e idosos) igual ou maior que três admissões hospitalares por dia (excluindo-se, 1 ou 2 internações), a fim de identificar períodos (épocas) mais desfavoráveis à saúde humana

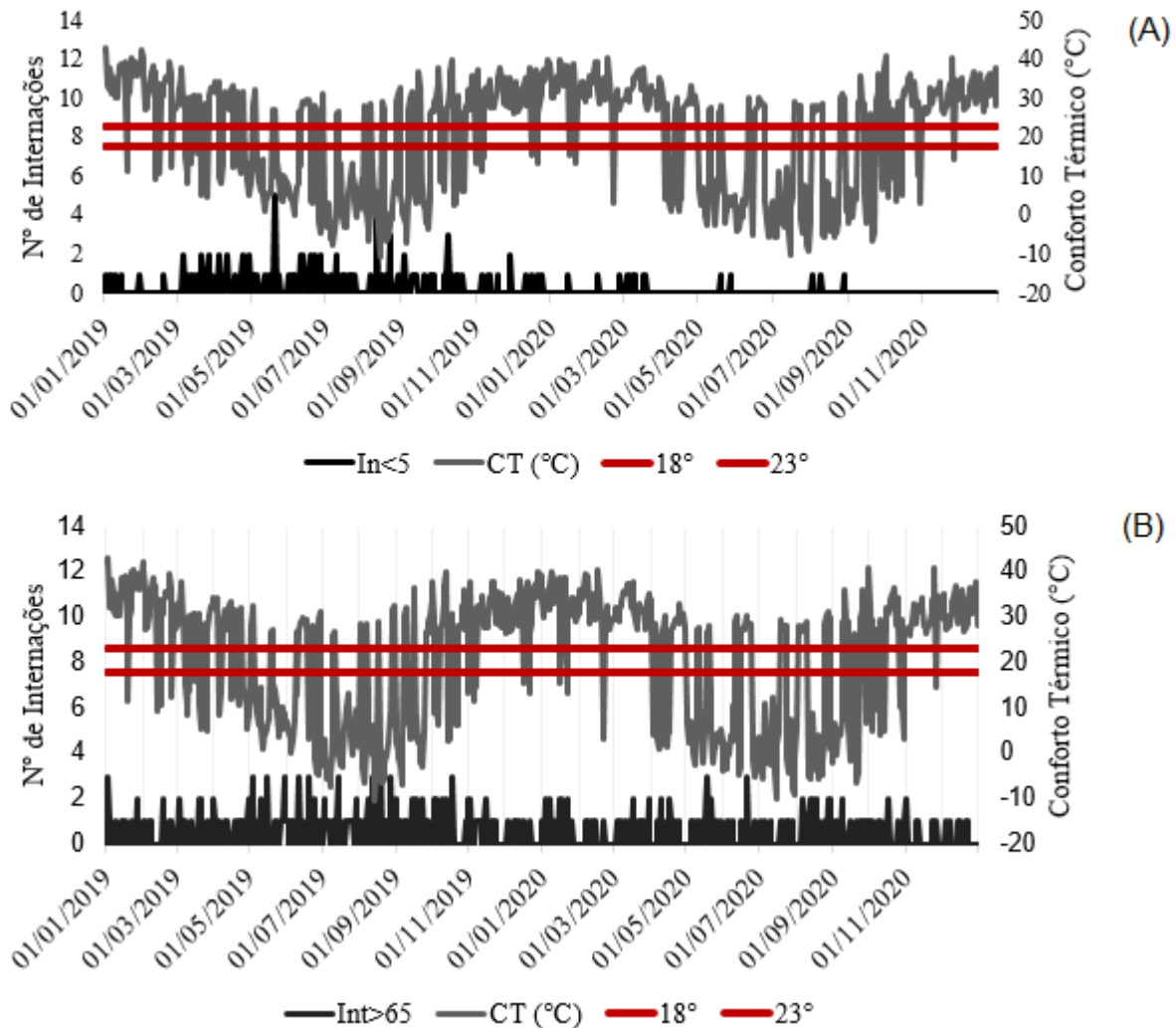


Figura 8. Variação temporal do conforto térmico humano e das internações hospitalares em 2019 e 2020 por DR em São Luiz Gonzaga (A) < 5 anos e (B) > 65 anos. As linhas contínuas vermelhas representam os limiares dos valores confortáveis (18 a 23 °C).

Na Tabela 2, é possível verificar que de um total de 58 dias de internações, nos anos 2019 e 2020, foram identificados 29 dias associados a um aumento da temperatura do ar e 29 dias à queda de temperatura. Considerando dias com pelo menos 3 internações (diárias) associadas ao aumento de temperatura do ar, notou-se que houve atraso médio nas internações de 1 a 3 dias após o (início do) aumento da temperatura em 79% dos casos. Aproximadamente 66% das internações também ocorreram após 1 e 3 dias do início da queda da temperatura do ar (e, consequentemente, do conforto térmico). Independentemente de as internações ocorrerem relacionadas ao aumento ou queda da temperatura do ar, nota-se que não há registro de internações no mesmo dia de ocorrência

deste evento meteorológico. Isso porque, há uma “demora” na resposta do corpo humano frente as variações do ambiente. Pode-se considerar, inclusive, que há uma predominância na maior frequência de as internações ocorrerem 1 dia após a variação da temperatura do ar (aumento ou queda). Esse resultado, (apesar de considerar poucos dados) sinaliza e concorda com o proposto por Lopes (2016), que verificou que três dias após a entrada de sistemas frontais (queda da T) na região, há uma elevação significativa no número de atendimento hospitalares por doenças respiratórias, de idosos e crianças.

Tabela 2. Tempo de atraso, entre evento meteorológico e internações, nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, de 2019 a 2020.

Atraso	Dias de Aumento T	Porcentagem	Dias de Queda T	Porcentagem
1 dia	9	31%	9	31%
2 dias	7	24%	6	21%
3 dias	7	24%	4	14%
4 dias	4	14%	2	7%
5 dias	2	7%	2	7%
5 ou +	0	0%	6	21%

Conclusões

Este estudo se propôs a analisar o impacto de condições de conforto térmico nas doenças respiratórias de crianças e idosos, antes e durante a pandemia COVID19. Considerou-se nesta pesquisa, apenas a contribuição do ponto de vista meteorológico, sem levar em conta o papel exercido por, por exemplo, outros fatores intradomiciliares da população (tabagismo, nível de escolaridade dos pais, aglomeração familiar), além dos biológicos, os quais, devem igualmente serem analisados.

Notou-se haver uma relação, diretamente proporcional, entre os índices de CTH (desconforto térmico) e as admissões hospitalares por doenças respiratórias de crianças e idosos, na medida que, quando aumentou o desconforto térmico (tanto por frio quanto por calor) aumentaram também as internações nos municípios. Entretanto, devido ao baixo volume de dados disponíveis para a pesquisa, devido ao início da pandemia (em 2020), tal associação não pode ser tão evidenciada.

Assim, não foi possível identificar, exatamente, o tempo de atraso (“lag”), entre o período (dia) da internação e (após) a ocorrência do evento meteorológico (mudanças no tempo e o consequente desconforto térmico). De qualquer modo, as observações mostraram que para as duas cidades, tanto para a população de idosos quanto para crianças, foi observado haver um “atraso”, entre um a três dias para ocorrer três ou mais internações hospitalares, após condições de desconforto térmico (stress térmico), em ambos municípios.

O município de São Luiz Gonzaga, mesmo sendo menos populoso que São Borja, registrou um total maior de internações no período. Nos anos de 2019 e de 2020, houve maior frequência de ocorrência de internações de idosos (maiores de 65 anos) quando comparado com crianças (menores de 5 anos), o que representou 66% do total das

internações. Em relação ao gênero, predominaram maior número de internações de idosos, do sexo feminino (53%) e de crianças do sexo masculino (62%) e,

Os maiores coeficientes de admissões hospitalares para o município de São Borja aconteceram em períodos de tempo (dias) caracterizados como “Ligeiramente Frio” (CTH entre 13 e 18°C), com 68 casos (em 69 dias). Já, para o município de São Luiz Gonzaga, o coeficiente de internação foi maior em períodos classificados como “Muito Quentes” (CTH maior que 41°C), com 5 casos (em 3 dias). Ou seja, a condição desconforto térmico (stress) por calor e por frio estão relacionados ao aumento dos casos das internações respiratórias.

Sugere-se, por fim, outras pesquisas, que, com uma maior série temporal de dados, possibilite a realização de análises estatísticas mais detalhadas, a fim de comprovar essa associação, e assim, buscar, identificar qual (ou quais) variável (variáveis) meteorológica(s) exercem maior impacto na saúde dessas parcelas da população.

Agradecimentos Agradecimento ao apoio da Universidade Federal da Fronteira Sul, - Projeto PES 0543/2019; Edital GR 459/2019 - para realização deste estudo.

Referências

- ASERS. Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul, 2020. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Porto Alegre. Disponível: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso: 18 set. 2021.
- Beber, L. C. C. et al., 2020. Fatores de risco para doenças respiratórias em crianças brasileiras:

- revisão integrativa. *Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde*, 9, 26-38.
- UNIARP. Universidade Alto Vale Do Rio Do Peixe, 2022. Disponível: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/1660>. Acesso: 17 mar. 2022.
- Beck, H. et al., 2018. Mapas de classificação climática köppen-geiger presentes e futuros em resolução de 1 km. Disponível: <https://www.nature.com/articles/sdata2018214#citeas>. Acesso: 10 mar. 2022.
- Bucher, K.; Haase, C., 1993. Meteorotropy and medical-meteorological forecasts. Disponível: <https://doi.org/10.1007/BF01923545>. Acesso: 14 set. 2022.
- Braun, R.A. Hondula, D.M. e Fraser, M.P., 2022. Impact of environmental factors on heat-associated mortalities in an urban desert region. *International Journal Biometeorology* 66, 2133–2146.
- Chen, F., Fu, M., Li, Y. et al., 2023. A numerical tool for assessing human thermal safety and thermal comfort in cold-weather activities. *International Journal Biometeorology* 67, 377–388.
- DATASUS, 2022. Morbidade Hospitalar do SUS CID-10. Lista de Tabulação para Morbidade. Disponível: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/mxoid10lm.htm#topo>. Acesso: 26 set. 2022.
- Fanger, Poul O. et al., 1970. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. Copenhagen: Danish Technical Press., Copenhagen.
- Gobo, J. P. A; Galvani, E., 2012. Aplicação do índice de temperatura efetiva com vento (tev) nos estudos de conforto térmico para o estado do Rio Grande do Sul. *Revista Geonorte*, 3, 403-413.
- GOVERNO DO BRASIL, 2020. OMS classifica coronavírus como pandemia. Disponível: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/03/oms-classifica-coronavirus-como-pandemia>. Acesso: 20 jan. 2022.
- IBGE, 2010. Conheça cidades e estados do Brasil. Rio de Janeiro. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso: 07 abr. 2022.
- INFOGRIPE, 2022. Resumo do Boletim infoGripe. Fundação Fio Cruz. Disponível: <http://info.gripe.fiocruz.br/>. Acesso: 18 mar. 2022.
- INMET. Instituto Nacional De Meteorologia do Brasil, 1992. Disponível: <http://portal.inmet.gov.br/>. Acesso: 26 nov. 2021.
- ISB. International Society of Biometeorology, 2018. O que é Biometeorologia. Disponível: <https://uwm.edu/biometeorology/what-is-biometeorology/>. Acesso: 14 jul. 22.
- Krüger, E. L.; Nedel, A. S., 2022. Investigating the Relationship between Climate and Hospital Admissions for Respiratory Diseases before and during the COVID-19 Pandemic in Brazil. *Sustainability*, 15, 288-298.
- Krüger, E.L., Gobo, J.P.A., Nedel, A.S. et al., 2022. A first approach to human biometeorology research in Brazil: a systematic review and meta-analysis. *International Journal Biometeorology*, 66, 1297–1315.
- Li, J., Ma, Y., Cheng, B. et al., 2022. Circulation weather types and hospital admissions for cardiovascular disease in Changchun, China. *Environ Geochem Health* 44, 2799–2813.
- Lopes, F. N., 2016. Associação entre condições meteorológicas de inverno e doenças respiratórias em crianças na cidade de Pelotas-RS. Dissertação (Mestrado) – Pelotas, Universidade Federal de Pelotas.
- Matzarakis, A.; Mayer, H.; Iziomon, M. G., 1999. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43, 76-84.
- Matzarakis, A.; Rutz, F.; Mayer, H., 2007. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 51, 323-334, 2007.
- Moraes, S. L. et al., 2019. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. Disponível: <https://www.scielo.br/j/csp/a/MB6v7vJrdw7gzygqysJ6kMp/?format=html#>. Acesso: 10 mar. 2022.
- Nedel, A. S., 2008. Condições meteorológicas favoráveis a ocorrência de doenças respiratórias em crianças na cidade de São Paulo. Tese (Doutorado). São Paulo, Universidade de São Paulo.
- Nick, L. M., 2019. Relação entre variáveis meteorológicas e a morbidade respiratória de crianças em diferentes estados do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado). Pelotas, Universidade Federal de Pelotas.

- Nick, L. M. et al., 2022. Relationship between meteorological variables and pneumonia in children in the Metropolitan Region of Porto Alegre, Brazil. *International Journal of Biometeorology*, 66, 2301-2308.
- NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. - NOAA/NWS/CPC. National Weather Service, 2020. Disponível: <http://noaa.gov>. Acesso: 22 fev. 2022.
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde, 2020. OMS revela principais causas de morte e incapacidade em todo o mundo entre 2000 e 2019. Disponível: <https://www.paho.org/pt/noticias/9-12-2020-oms-revela-principais-causas-morte-e-incapacidade-em-todo-mundo-entre-2000-e>. Acesso: 14 set. 2021.
- OPAS. Histórico da pandemia de COVID-19, 2020. Disponível: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso: 20 jan. 2022.
- Petrou, I., Begou, P., Dokas, I. M. et al., 2023. The influence of weather types over northern Greece on respiratory and cardio-vascular mortality. *International Journal of Biometeorology*, 67, 355–366.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde, 2022. Painel Coronavírus RS. Disponível: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>. Acesso: 20 mar. 2022.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretária da Saúde, 2020. Confirmado o primeiro caso de novo coronavírus no Rio Grande do Sul. Disponível: <https://saude.rs.gov.br/confirmado-o-primeiro-caso-de-novo-coronavirus-no-rio-grande-do-sul>. Acesso: 17 mar. 2022.
- ROTA MISSÕES. 2021. Disponível: <https://www.rotamissoes.com.br/sobre>. Acesso: 18 set. 2021.
- Santos, M. A. et al., 2015. Tendências da morbidade hospitalar por doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2002 a 2012. Disponível: <https://www.scielo.br/j/ress/a/JZvkJRVNPy6Y9F9XrnQv8dM/?format=html&lang=pt>. Acesso: 29 set. 2021.
- Silva, I. 2022. Relação da temperatura e da umidade relativa com internações e mortes por doenças cardiovasculares, respiratórias e distúrbios mentais. 2020. Londrina, Paraná. Disponível: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5261/1/LD_PPGEA_M_Silva%2c_Iara_da_2020.pdf. Acesso: 10 mar. 2022.
- Soder, R. F. et al., 2021. Hospitalizações e consultas por cid-10 no cenário da covid-19: uma análise de 2018 – 2020. Texto para discussão. Observatório Socioeconômico da COVID-19. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/820/2021/04/Textos-para-Discussao-29-Hospitalizacoes-e-consultas-por-cid-10-no-cenario-da-covid-19.pdf>. Acesso: 20 dez. 2021.
- Suping, Zhang et al., 1992. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. *International journal of Biometeorology*, 36, 63-68.