

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

CAMILA GUERIM PIENIZ

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM DOIS MUNICÍPIOS DA
REGIÃO DAS MISSÕES, NOS ANOS 2019 E 2020**

CERRO LARGO

2022

CAMILA GUERIM PIENIZ

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM DOIS MUNICÍPIOS DA
REGIÃO DAS MISSÕES, NOS ANOS 2019 E 2020**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Spohr Nedel

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Pieniz, Camila Guerim
ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM DOIS
MUNICÍPIOS DA REGIÃO DAS MISSÕES, NOS ANOS 2019 E 2020 /
Camila Guerim Pieniz. -- 2022.
44 f.:il.

Orientador: Doutor em Meteorologia Anderson Spohr
Nedel

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro
Largo, RS, 2022.

1. biometeorologia. 2. COVID-19. 3. saúde. I. Nedel,
Anderson Spohr, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

CAMILA GUERIM PIENIZ

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM DOIS MUNICÍPIOS DA
REGIÃO DAS MISSÕES, NOS ANOS 2019 E 2020**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),
como requisito para obtenção do título de
Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 30/03/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Anderson Spohr Nedel
Orientador



Profa. Dra. Rose Ane Pereira de Freitas– UFPEL
Avaliadora



Profa. Dra. Iara Denise Endruweit Battisti– UFFS
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Escrever os agradecimentos pode parecer algo muito simples, mas além de simples é algo muito especial! Chegar nessa etapa é sentir que os anos de estudo da graduação foram valiosos e trazem um significado muito gratificante.

Agradeço meu pai e minha mãe, Nereu e Santa Inês, que sempre foram e sempre serão minha paz, meu espelho de força de vontade e boas ações. Eles me acompanharam durante todos os meus anos de estudo e sempre entenderam as minhas prioridades e os desafios da vida acadêmica. Vocês são os meus motivos de querer ser uma grande profissional e uma mulher de fibra e fé!

Agradeço meus irmãos, Felipe e Adriano que são pessoas únicas, de grande coração, que sempre deram o melhor de si em relação a tudo que se propuseram a conquistar.

Agradeço meu namorado e companheiro, Leonardo Ferraz. Ele certamente trouxe um significado mais bonito para a minha vida. Obrigada por me ajudar nos momentos difíceis do final da minha graduação e por sempre me dizer que tudo daria certo.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul, em especial ao campus Cerro Largo, o qual eu tive o privilégio de ter feito parte. Uma universidade pública de boas pessoas e excelentes profissionais dá luz a vida de toda uma comunidade, uma região, um país!

Um agradecimento muito especial ao meu orientador, professor Anderson Spohr Nedel por ter me dado a oportunidade de participar de um projeto de pesquisa e hoje escrever o meu trabalho de conclusão de curso sobre um assunto que tanto me identifico. Agradeço o conhecimento compartilhado e todo incentivo para continuar fazendo pesquisa científica.

E por fim, por ter o que agradecer, eu agradeço a Deus, pela saúde em meio a uma pandemia, pelas pessoas e inesperados caminhos que a vida universitária me proporcionou.

RESUMO

O desenvolvimento de pesquisas relacionando condições meteorológicas (tempo) e, climáticas (clima) e saúde humana, nos dias atuais, tem evoluído muito nos últimos anos, pois, além delas buscarem caracterizar determinado evento para ocorrência de certas doenças, busca-se a prevenção de eventos futuros, desfavoráveis à saúde humana. Dessa forma, o trabalho tem como objetivo analisar as internações hospitalares por doenças respiratórias (DR) nos municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga, pertencentes a região das Missões/RS, durante os anos de 2019 a 2020 e sua relação com as variáveis meteorológicas. Os dados diários das variáveis temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (VV) foram obtidas através das estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As informações sobre as admissões hospitalares diárias por doenças respiratórias, foram obtidas através do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Ministério da Saúde. A partir da obtenção das variáveis meteorológicas foi calculado o conforto térmico humano diário (CTH), através do cálculo dos índices TEv ($T \leq 26^{\circ}\text{C}$) e HI ($T > 26^{\circ}\text{C}$). A organização, formatação, tratamento e análise dos dados foi realizada de forma descritiva, na plataforma *Excel*. Os resultados mostraram haver uma relação, diretamente proporcional, entre índices de CTH e doenças respiratórias, na medida que quando aumenta o desconforto (por frio ou calor) aumentam as admissões hospitalares. Entretanto, devido ao baixo volume de dados de internações, tal associação não é tão clara/evidente quanto ao período da internação, após a mudança nas condições de tempo. Considerando as internações por faixa-etária, houve prevalência de hospitalizações de idosos (>65), representando cerca de 66%. Ao considerar o gênero, constatou-se maior número de internações em crianças do sexo masculino (62%) e em idosos do sexo feminino (53%), e tais internações ocorreram, preferencialmente, em período em que houve registros de “Frio Moderado” (CTH entre 8 e 13°C) e “Ligeiramente Frio” (CTH entre 13 e 18°C). Por fim, considerando dias com pelo menos três internações, constatou-se que há um “atraso nas internações”, que varia entre 1 e 3 dias após o aumento do desconforto térmico humano (em 66% e 79% dos casos, respectivamente).

Palavras-chave: conforto térmico humano; biometeorologia; saúde, COVID-19.

ABSTRACT

Weather and climatic conditions research and your relationship with human health have been increased in last years, trying to characterize certain diseases and to estimate future health impacts, unfavorable to human health. This study aims to analyze hospital admissions for respiratory disease in the cities São Borja and São Luiz Gonzaga, Missões region of Rio Grande do Sul state, during the years 2019 and 2020, and their relationship with weather variables. The variables of air temperature (T), relative humidity (RH) and wind speed (VV) were obtained through automatic meteorologic stations (INMET), Information on daily hospital admissions from the Database of the Ministry of Health (DATASUS) of the Ministry of Health. With these meteorologic data was calculated of the human thermal comfort (HTC) using the Tev index (when $<26^{\circ}\text{C}$) and HI index ($T <26^{\circ}\text{C}$). The organization, formatting, treatment and analysis of data was performed in a descriptive way, using Excel platform. The results showed that there seems to be a directly proportional relationship between HTC and respiratory diseases, insofar as when discomfort (cold or heat) increases, hospital admissions increase. However, due to the low amount of hospitalizations data, the association is not as strong clear relationship to days of hospital admission, after the change in weather conditions. Considering admissions by age group, there was a prevalence of hospitalizations of the elderly (>65), representing about 66%. When considering the higher number of females, preferably in a period in which there were records of more females (62%) and in a period in which there were records of "Moderate F" (CTH between 8 and 13°C) and "Slightly Cold" (CTH between 13 and 18°C). Finally, considering at least three hospitalizations, days with 9% that there is an "international phenomenon" (in 66% and 9% of cases)

Keywords: human thermal comfort; biometeorology; health, COVID-19.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa do RS com os municípios do estudo	21
Figura 2 – Total de internações por DR para a cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, nos anos 2019 e 2020	27
Figura 3 - Perfil de Internações hospitalares para crianças e idosos, para São Borja (A) e São Luiz Gonzaga (B) respectivamente, anos 1998 a 2018	28
Figura 4 - Total de internações por DR mensal para crianças (<5 anos) nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020	29
Figura 5 - Total de internações por DR mensal para idosos (>65) nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020	30
Figura 6 - Distribuição das hospitalizações de COVID-19 no estado do RS, ano 2020	31
Figura 7 - Distribuição do percentual total de internações por DR em relação ao sexo na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020.....	31
Figura 8 - Distribuição do percentual de internações por DR em relação ao sexo, de crianças (<5 anos), na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020	32
Figura 9 - Distribuição do percentual de internações por DR em relação ao sexo, de idoso (> 65 anos), na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020	32
Figura 10 - Variação temporal do conforto térmico humano e das internações hospitalares de crianças < 5 anos (A) e >65 anos (B), por DR, em São Borja, 2019 e 2020.....	35
Figura 11 - Variação temporal do conforto térmico humano e das internações hospitalares de crianças < 5 anos (A) e > 65 anos (B), por doenças respiratórias, em São Luiz Gonzaga, 2019 e 2020	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Doenças respiratórias conforme o CID-10.....	23
Quadro 2 - Distribuição das zonas de sensação térmica e seus graus de estresses fisiológicos	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do número de dias, de internação por DR e média de internações para crianças (<5) e idosos (>65) na cidade de São Borja, anos 2019 e 2020	33
Tabela 2 - Distribuição do número de dias, de internação por DR e média de internações para crianças (<5) e idosos (>65) na cidade de São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020	34
Tabela 3 - Perfil dos dias com três ou mais dias, na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVO GERAL.....	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	BIOMETEOROLOGIA HUMANA	13
2.1.1	Conforto Térmico Humano.....	14
2.1.2	Índices de Conforto Térmico Humano	15
2.2	DOENÇAS RESPIRATÓRIAS CRÔNICAS.....	16
2.3	PANDEMIA DE COVID-19.....	18
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.2	DADOS DE SAÚDE.....	22
3.3	DADOS METEOROLÓGICOS.....	23
3.4	ANÁLISE DE DADOS	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos que relacionaram os efeitos da saúde aos fatores ambientais foram feitos no século V por Hipócrates, pai da medicina. Desde então, as pesquisas científicas realizadas, tem mostrado grande importância, uma vez que os impactos à saúde humana pelas condições do ambiente, podem variar desde um simples mal-estar humano, até doenças mais graves, como, por exemplo, doenças cardiovasculares, respiratórias, neurológicas, podendo levar a morte.

Uma das principais doenças que está associada às mudanças nas condições de tempo e clima do lugar onde se vive são as enfermidades respiratórias. Entre todas as faixas etárias da população, as que mais estão vulneráveis a estes impactos ambientais (na saúde) são as crianças menores de 5 anos e idosos com mais de 65 anos. Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS, as doenças respiratórias crônicas não transmissíveis constituem 7 das 10 principais causas de óbitos no mundo; uma, dentre estas 7, são do aparelho respiratório (OPAS, 2020).

A partir disso, acabam (as crianças e idosos) sendo os mais suscetíveis às influências das condições meteorológicas, e sob essas condições, justifica-se a alta taxa de internações hospitalares no inverno, por ser o período de maior desconforto térmico (NEDEL, 2008; LOPES, 2016; NICK, 2019; MORAES *et.al*, 2019).

A região das Missões do Rio Grande do Sul, se localiza ao noroeste do Estado, à 500 km da capital, Porto Alegre. Possui um clima com invernos rigorosos, com temperaturas baixas que, frequentemente, alcançam os -2 °C. Os verões na região, apresentam-se com temperaturas elevadas, podendo chegar até os 40 °C. Sua localização geográfica proporciona condições favoráveis ao aumento na incidência de doenças do trato respiratório, principalmente, ao longo do inverno.

Mudanças bruscas de tempo, por exemplo, auxiliam para deteriorar a qualidade do ar respirado, sobretudo quando o local se encontra sob influência de uma massa de ar frio e seco, o que dificulta a dispersão dos poluentes na atmosfera. (NEDEL, 2008, p. 15).

No entanto, mudanças nas condições de clima (períodos longos que caracterizam uma região), com exceção dos casos extremos de tempo, não estão associadas ao surgimento de doenças, mas sim ao agravamento de complicações pré-existentes de cada indivíduo (BUCHER & HAASE, 1993).

De qualquer forma, o desenvolvimento de pesquisas que relacionam desconforto térmico humano e doenças, com determinadas situações meteorológicas e climáticas poder auxiliar na prevenção de eventos futuros (a longo/curto prazo), desfavoráveis à saúde da população, bem como fornecer uma possibilidade para estimativa de novos casos, otimizando o sistema de saúde pública.

A pandemia do coronavírus (COVID-19) iniciou no RS, no ano de 2020, tornando interessante averiguar quais os efeitos que este cenário pandêmico pode ter desencadeados em relação ao aumento ou diminuição dos casos de internações por doenças respiratórias registradas pelo Sistema Único de Saúde - SUS (SODER *et al.*, 2021).

1.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo analisar as internações hospitalares por doenças respiratórias nos municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga, pertencentes a região das Missões/RS, durante os anos de 2019 a 2020 e, sua relação com comportamento das variáveis meteorológicas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos o trabalho apresenta: Analisar o comportamento anual e mensal dos casos de doenças respiratórias no ano anterior a pandemia do coronavírus (2019) e no primeiro ano (2020); avaliar a frequência de internações por gênero e faixa etária (idosos e crianças) e; estipular quantos dias, em média, há os maiores registros de internações após o aumento/diminuição do desconforto térmico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho o referencial teórico foi voltado para as definições e contextualizações relacionadas a Biometeorologia Humana que inclui o conforto térmico humano e Índice de conforto térmico humano, doenças respiratórias crônicas e pandemia do COVID-19.

2.1 BIOMETEOROLOGIA HUMANA

Entender a relação entre o tempo, o clima e a saúde humana trata-se de um assunto que está em evidência nos últimos anos, principalmente, porque o desenvolvimento de novas tecnologias proporcionou maior suporte para as análises de grandes bancos de dados, tanto ambientais, como de saúde da população (LECHA, 1998; NEDEL, 2008, AZEVEDO *et al.*, 2015; BARROS, 2021).

Por uma necessidade de aprofundamento sobre esse assunto que surgiu a Biometeorologia, definida como “uma ciência interdisciplinar que estuda as interações entre os processos atmosféricos e os organismos vivos – plantas, animais e humanos” (*INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMETEOROLOGY*, 2018). Essa ciência está dividida em seis grupos: segundo Gonçalves (2020):

- (i) Biometeorologia espacial, relacionada a forma de vida fora da terra;
- (ii) Paleo-biometeorologia, trata sobre o surgimento da vida e seu efeito sobre a atmosfera;
- (iii) Biometeorologia vegetal, explica a influência do tempo e clima sobre o desenvolvimento das plantas;
- (iv) Biometeorologia animal, analisa a interação do tempo e clima sobre os animais; cósmica, direcionada a influência dos fenômenos de radiação solar e cósmica sobre a Terra;
- (v) Biometeorologia humana, considerada a pesquisa sobre a influência do clima e tempo sobre o ser humano.

Essa área (Biometeorologia Humana) divide-se novamente em: Biometeorologia fisiológica, relaciona as mudanças fisiológicas do indivíduo de acordo com as condições do tempo; sociológica, atrelada as atividades culturais de acordo

com a saúde da população; patológicas, baseada nas doenças dos seres humanos; arquitetura e urbanismo, interligação do clima local e o interior dos domicílios; e náutica, direcionada ao clima local relacionado aos meios de transporte de pessoas e de mercadorias.

2.1.1 Conforto Térmico Humano

Dentre os diversos estudos que envolvem a Biometeorologia Humana, encontram-se pesquisas sobre o Conforto Térmico Humano (CTH). Segundo Fanger (1970), uma pessoa se encontra confortável termicamente quando há um balanço de energia entre ela (organismo) e meio (ambiente), ou seja, quando todo o calor produzido pelo corpo for na mesma proporção que a perda de calor ao meio.

A *Sociedade Americana de Saúde, Engenharia de Refrigeração e Ar-Condicionado* (ASHRAE, 1985) baseou-se na definição de Fanger e definiu as condições de CTH que variam de acordo com variáveis atmosféricas: temperatura do ar, velocidade do vento, umidade do ar e radiação solar; e pessoais: vestimenta, e metabolismo. Baseando-se nesses conceitos, estudos foram realizados a fim de investigar os problemas ocasionados à saúde humana pelo ambiente interno e externo, uma vez que, 90% do tempo de vida é em lugares fechados (SUNDEEL, 1999).

Nedel (2008), por exemplo, desenvolveu seu estudo baseando-se na análise de ocorrência de doenças respiratórias em crianças recém-nascidas no município de São Paulo e sua relação com o índice de precipitação, tipo de residência (construção) e o conforto térmico (interno e externo das casas). Os resultados revelaram uma associação entre os dias frios, com aumento da umidade do ar e o início das crises nas crianças. Os índices do conforto térmico confirmaram a predominância de desconforto nas residências por causa do calor. Porém, foi durante as manhãs de inverno que os *stress* por desconfortos causados pelo frio dos dias secos. Ou seja, a população de São Paulo, de maneira geral, sofre mais com o frio que o calor justamente pela deficiência construtiva das casas e a localização precária.

2.1.2 Índices de Conforto Térmico Humano

Segundo Nick (2019) os Índices biometeorológicos ou, simplesmente, Índices de Conforto Térmico Humano (ICT) são equações matemáticas que buscam estimar a sensação térmica sentida pela pessoa de acordo com as variações do ambiente sobre o organismo e podem ser classificados em Índices Biometeorológicos Simplificados (IBS) e Modelos de Balanço de Calor (MBC).

Os IBS estão relacionados ao grau de conforto/desconforto térmico sentido pelo corpo humano de acordo apenas com as variáveis ambientais. Isto é, não se consideram, no cálculo do conforto, os parâmetros pessoais (vestimenta e metabolismo), o que caracteriza a subjetividade desse tipo de índice e facilidade de uso. Höppe (1999) afirma que usar apenas as variáveis ambientais para calcular o ICT, pode induzir a resultados incompletos devido à necessidade da inclusão das variáveis pessoais. Todavia, os IBS são os mais utilizados no mundo devido à sua facilidade de aplicação.

Os MBC estão associados às transferências de calor entre ambientes externos, internos e o corpo humano. Ou seja, esse índice está relacionado a equações matemáticas que englobam as variações ambientais e variáveis pessoais. Desta forma, são equações mais completas e realistas. Vários índices são utilizados na literatura, e foram criados de acordo com as características climática e perfil populacional das mais diferentes regiões do planeta (NICK, 2019).

Neste trabalho, os ICT utilizados serão o TEv (Temperatura Efetiva em função do Vento) e o HI (Heat Index). O TEv foi desenvolvido por Suping *et al.* (1992), e está apresentado na Equação 1. Esses índices relacionam de forma conjunta a influência da temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento. Porém, o TEv não representa, as condições de conforto ou desconforto térmico causados pelo excesso de calor na estação de primavera e verão (GOBO & GALVANI, 2012). A seguir é apresentada a equação para calcular o TEv (em °C):

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

onde:

T = temperatura do ar (°C);

UR = umidade relativa do ar (%);

v = velocidade do vento (m/s).

O segundo ITC utilizado nesse estudo é o Heat Index (HI). Refere-se a um modelo de regressão múltipla, proposto por Steadman (1979). O método é utilizado para representar a sensação térmica sentida quando a temperatura do ar atinge valores máximos e é combinada com a umidade relativa também elevada (Equação 2). Contudo, neste estudo, desconsiderou-se a condicionalidade total da aplicação do HI, visto que em muitos dados registrados, a temperatura era elevada e a umidade pouco baixa, ou então, a temperatura baixa e a umidade pouco alta, desta forma, diminuiria consideravelmente a série temporal dos dados.

Como exemplo de aplicabilidade do HI, encontra-se o serviço americano de previsão do tempo *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NSW/NOAA, que considera o HI para estimar a sensação térmica ao longo do verão dos EUA, quando a temperatura do ar alcança altos valores e a umidade relativa do ar se matem baixa (NOAA, 2020). A seguir é apresentado o HI (em °F):

$$\begin{aligned}
 HI = & -42,379 + 2,04901523 * T + 10,14333127 * UR - 0,22475541 * T * UR \\
 & - 0,00683783 * T^2 - 0,05481717 * UR^2 + 0,00122874 * T^2 * UR \\
 & + 0,0085282 * T * UR^2 - 0,00000199 * T^2 * UR^2
 \end{aligned} \quad (2)$$

onde:

T = temperatura (°F);

UR = umidade relativa (%).

Segundo Steadman (1979) o cálculo do HI inclui além das variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa) as variáveis pessoais como, a taxa de ventilação do organismo, a resistência da pele ao calor, a transferência de umidade, entre outros que aparecem de forma implícita em sua equação.

2.2 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS CRÔNICAS

Doenças Respiratórias Crônicas (DRC) são doenças que afetam o sistema respiratório humano e estão associados a fatores genéticos, sociais, ambientais e

comportamentais (WHO, 2021). O sistema respiratório humano é formado pelas vias aéreas superiores, localizados fora da caixa torácica, e inferiores, dentro da caixa torácica (DUARTE, 2014). A cavidade nasal por possuir pelos para filtragem do ar, é o local onde há maior retenção de poluentes atmosféricos presentes no ar e micro-organismos, como os vírus e bactérias, que são responsáveis pela causa das infecções que impedem a passagem do ar.

Segundo o *Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales – FIRS* (2017, p.8) “las enfermedades respiratorias son las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo.” A Organização Mundial da Saúde (EAGLE NEWS, 2021) divulgou um estudo que aproximadamente 25% da população mundial é acometida por doenças respiratórias.

As DR mais comuns no mundo, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), são a asma e a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). De acordo com o plano estratégico da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2019), as doenças crônicas não transmissíveis, que inclui a DPCO, constituem a segunda causa de mortalidade e ameaça ao bem-estar da população do planeta até o ano de 2025. Essas doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis por cerca de 70% das causas de morte da população global.

De acordo com os indicadores de morbidade do SUS (DATASUS, 2009), no ano de 2009, no estado do RS, as crianças de 0 a 9 anos apresentou o maior número de internações hospitalares por DPOC, sendo que, deste total, mais da metade foram registrados por crianças de 0 a 4 anos.

Lopes (2016) e Nick (2019), em seus estudos analisaram durante um período, quais as condições ambientais mais favoráveis ao aumento das internações por doenças respiratórias, tendo como público mais vulnerável crianças menores de 5 anos. Crianças nesta faixa-etária ainda não possuem um sistema imunológico totalmente formado, desta forma a produção de anticorpos, mecanismo de defesa do organismo, acontece de forma mais lenta.

Em relação aos idosos com mais de 65 anos, remete-se a uma faixa-etária também vulnerável as variações meteorológicas devido ao histórico de vida, diminuição do metabolismo causado pelo avanço da idade, e por outras doenças crônicas associadas (SILVA, 2020; SALES, 2019).

A compreensão dos motivos que geram o aumento das internações por doenças respiratórias em todo o mundo, incentivam várias pesquisas como o Moraes

et.al (2019). O autor relacionou algumas variáveis meteorológicas como: a temperatura, a umidade relativa e a precipitação; com a poluição do ar, relacionada ao material particulado (diâmetro aerodinâmico menor de $10\mu\text{m}$ – MP_{MP}) e sua relação com os casos de internações por doenças respiratórias de crianças (até 9 anos), em 14 distritos, na cidade de São Paulo. Os achados indicaram que, o intervalo das temperaturas intermediárias (contrário ao que diz a literatura) está relacionada ao pior cenário. Sendo assim, a temperatura, a umidade, a precipitação e a poluição ambiental do ar estão diretamente relacionadas ao agravamento dos casos de internações por doenças respiratórias na faixa-etária estudada sendo, crianças do sexo feminino são mais sensíveis a complicações de saúde quando expostas a condições de tempo.

2.3 PANDEMIA DE COVID-19

O Coronavírus (CoV) já era conhecido como uma extensa “família” de vírus que atingia animais e seres humanos, causando sintomas leves de resfriado na população. No final de dezembro de 2019, uma nova cepa desse vírus foi identificada em humanos, pela primeira vez, em Wuhan na China, após o registro de vários casos de “pneumonia viral”. O novo coronavírus foi chamado de SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) e considerado o responsável por causar a doença COVID-19 (OPAS, 2020).

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou oficialmente que o mundo estava vivendo uma pandemia de COVID-19, ou seja, a cepa do coronavírus já tinha sido registrada em todos os continentes. No Brasil, até aquele momento já tinham sido registrado 52 casos do novo vírus (GOVERNO DO BRASIL, 2020).

Segundo a Secretária de Saúde, do estado do RS o primeiro caso de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), CID-10 (U07.1), vinculada a COVID-19, foi confirmada no dia 10 de março de 2020. Os casos mais graves aumentavam conforme a idade dos pacientes, ou seja, o principal grupo de risco era os idosos, que já tinham prevalência de doenças crônicas (como, por exemplo, doença cardiovascular e diabetes). Devido ao rápido avanço da doença, a partir do dia 12 de março de 2020, estados e municípios decretaram medidas protetivas de distanciamento social,

quarentena e isolamento seguindo orientações do Ministério da Saúde (RIO GRANDE DO SUL, 2020).

Após a inserção das medidas protetivas e preventivas implantadas pelo governo, os diferentes setores da economia como comércio, indústrias e universidades foram fechados por longo período. Os atendimentos nas unidades básicas de saúde dos municípios, principalmente nos primeiros meses de pandemia, também foram afetados. Segundo estudo feito pelo Observatório Socioeconômico da COVID-19 (SODER *et al.*, 2021), o início da pandemia do coronavírus causou redução no número de consultas e internações por diferentes doenças, no ano de 2020. A interrupção de acesso aos serviços de saúde, seja por redução da oferta de serviços da saúde ou pelo “medo” da população ao acesso dos serviços de saúde, pode desencadear retardo no diagnóstico de doenças na população e afetar o acesso à informação sobre a epidemia, entre outros danos.

3 METODOLOGIA

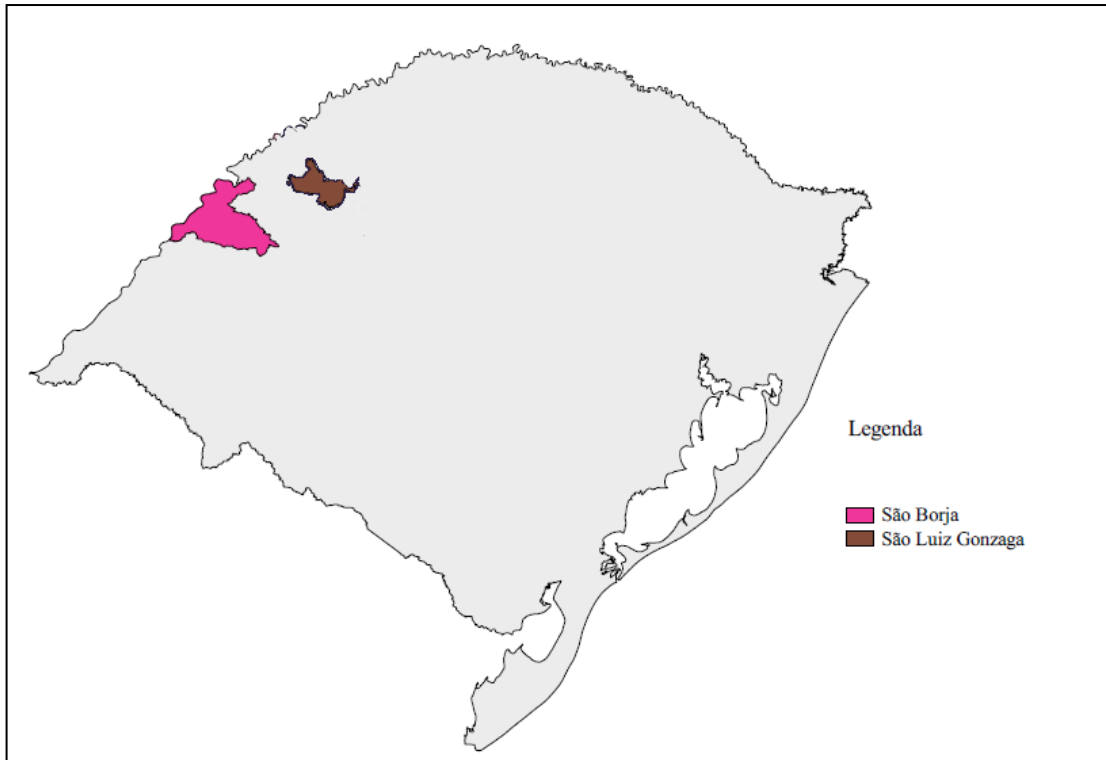
A análise da relação entre variáveis meteorológicas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento) e doenças respiratórias em crianças menores de cinco anos e idosos maiores de sessenta e cinco anos, em dois municípios da região das Missões/RS foi realizada para o período 2019 e 2020. A população de estudo, compreendeu as faixas-etárias mais sensíveis às variações de tempo e clima, e àquelas que representam a maior frequência de atendimentos em sistema de saúde brasileiro.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região das Missões situa-se no noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), extremo sul do Brasil. É composta por um total de 26 municípios (ROTA MISSÕES, 2021), sendo eles: Bossoroca, Caibaté, Cerro Largo, Dezesesseis de Novembro, Entre-Ijuís, Eugênio de Castro, Garruchos, Giruá, Guaraní das Missões, Mato Queimado, Pirapó, Porto Xavier, Rolador, Roque Gonzales, Salvador das Missões, Santo Ângelo, Santo Antônio das Missões, São Borja, São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões, São Nicolau, São Paulo das Missões, São Pedro do Butiá, Sete de Setembro, Ubiretama e Vitória das Missões.

Para o estudo, analisou-se apenas 2 dos 26 municípios da região que possuem Estações Meteorológicas automáticas, disponíveis para acesso aos dados (Figura 1).

Figura 1 - Mapa do RS com os municípios do estudo



Fonte: autora (2022)

O clima da região é classificado como Temperado do tipo Subtropical Úmido (BECK *et al.*, 2018). Devido a sua latitude possui um regime pluviométrico bem distribuído ao longo do ano, em decorrência das massas de ar polares e tropicais que entram no estado gaúcho (ASERS, 2020).

As estações de verão e inverno na região costumam ser bastante rigorosas. Durante o verão as temperaturas máximas podem ultrapassar 40°C e durante o inverno essas podem atingir valores baixos de zero (e, até negativos), com ocorrências de 5 a 20 geadas por ano. Quanto à umidade relativa do ar - que é a quantidade de umidade que a parcela de ar contém em relação ao que ela pode conter - a região, normalmente (em anos sem presença de El Niño ou La Niña), apresenta valores que variam de 65% (dezembro) a 83% (junho), com média anual de 74% (FEPAM, 2003).

3.2 DADOS DE SAÚDE

As informações sobre a saúde da população (crianças e idosos) relacionados a morbidade (Autorizações de Internações Hospitalares, AIH/Reduzidas), foram obtidas, através do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Tais dados encontram-se disponíveis de maneira *online*, na plataforma Ministério da Saúde, entretanto, para o melhor gerenciamento e tabulação dos dados foi utilizado para análise o *software Tabwin* (versão 3.2).

Foram considerados os registros diários de admissões hospitalares por doenças respiratórias, segundo o Código Internacional de Doenças, décima versão, (CID 10; J00 a J99), conforme exposto no Quadro 1.

A escolha das variáveis necessárias para o processo de tabulação, foram o município de internação do paciente, sexo, data de internação, data de saída, dias permanecidos no hospital, diagnóstico principal, idade e morte. A partir do *download* dos dados, foi realizada uma análise descritiva dos dados tanto para idosos quanto para crianças.

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 adenóides
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)

3.3 DADOS METEOROLÓGICOS

Para análise temporal das variáveis meteorológicas foram utilizados os dados das estações meteorológicas automáticas de São Borja e São Luiz Gonzaga, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as únicas da região das Missões. Todos os dados obtidos são de acesso público e podem ser consultados de maneira *online* pelo sitio (tempo.inmet.gov.br). As variáveis utilizadas foram a temperatura do ar (T),

umidade relativa (UR) e velocidade do vento (VV), no período 01 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2020. Foram utilizadas as médias horárias das variáveis para posterior cálculo do conforto térmico humano (diário), através da aplicação das fórmulas dos índices TE_v e HI apresentados no item 2.1.2.

Para a realização deste estudo usou-se uma limitação condicional: para o cálculo de HI, utilizou-se a temperatura máxima do dia (T_{máx}), nos dias em que as temperaturas ficaram acima de 26°C; e para o cálculo do TE_v, utilizou-se a temperatura mínima do dia (T_{mín}), em dias em que as temperaturas registradas ficaram abaixo ou igual a 26°C.

O índice HI expressa a sensação de desconforto/conforto causada pelo tempo através da combinação entre T elevadas e UR permanece alta, sendo empregado para ser utilizado em períodos de verão (NOAA, 2020), neste caso, para T >26°C. O TE_v expressa a sensação de conforto/desconforto térmico humano através da combinação da T, RU, e VV sendo utilizado em períodos de inverno (GOBO & GALVANI, 2012), neste caso, T ≤26°C.

Quadro 2 - Distribuição das zonas de sensação térmica e seus graus de estresses fisiológicos

Sensação Térmica	Grau de Estresse Fisiológico	TEF
Muito Frio	Extremo estresse ao frio	<4
Frio	Forte estresse ao frio	4 a 8
	Tiritar	
Frio Moderado	Estresse moderado ao frio	8 a 13
	Ligeiro resfriamento do corpo	
Ligeiramente Frio	Ligeiro estresse ao frio	13 a 18
	Vasoconstrição	
Confortável	Nenhum estresse térmico	18 a 23
	Neutralidade Térmica	
Ligeiramente Quente	Ligeiro estresse ao calor	23 a 29
	Ligeiro Suor, vasodilatação	
Quente Moderado	Estresse moderado ao calor	29 a 35
	Suando	
Quente	Forte Estresse ao calor	35 a 41
	Suor em profusão, falha na termorregulação	
Muito Quente	Extremo estresse ao calor	>41

Fonte: Adaptado Matzarakis *et al.* (2007)
Nota: TEF=Temperatura Efetiva Fisiológica.

Para auxiliar a interpretação dos resultados dos valores encontrados de CT, utilizou-se o modelo sugerido por Matzarakis *et al.* (2007). Esse constitui-se de complexas equações que estimam faixas de sensação térmica (Quadro 2), que melhor se adequam as características da região, período, condições climáticas e fisiológicas humanas e público-alvo da região do estudo.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

A organização, formatação, tratamento e análise dos dados foram realizados de forma descritiva, na planilha *Libre Office*.

Os ICT (HI e TEv) foram calculados, sendo necessário a conversão dos valores da T em graus *Fahrenheit* para graus *Celsius* para o cálculo de HI. Assim, para resolver a Equação 2 é necessário a conversão feita pela Equação 3 a seguir:

$$T = \frac{(9 * TC) + 160}{5} \quad (3)$$

onde:

TC = temperatura (°F).

Por fim, encontra-se o valor do índice de calor em *Celsius* pela Equação 4.

$$HI_{\text{calc}} = \frac{(5 * HI) - 160}{9} \quad (4)$$

onde:

HI_{calc} = índice de calor (°C);

HI = índice de calor calculado (°F).

Após a conversão das unidades foi possível encontrar os valores do CTH para a o índice HI e para o índice TEv.

A utilização da T_{máx} e T_{mín}, deu-se porque as estações meteorológicas registram dados em curtos intervalos de tempo (5-10 min) sendo que, para esse trabalho, optou-se por não calcular a média diária da T, mas sim, a T_{máx} e a T_{mín}, para calcular o CHT.

Analisou-se a frequência de ocorrência de internações hospitalares diárias, para identificar períodos/dias com aumento (queda) nas admissões, e, posteriormente, classificou-se a sensação de conforto/desconforto térmico nos dias de tais aumentos (quedas) nas admissões, através das faixas de sensação térmica conforme Tabela 2.

Quantificou-se o sexo com maior número de admissões hospitalares e, da mesma forma, identificou-se qual a faixa-etária com a maior taxa de morbidade por DR.

O estudo contabilizou 3 ou mais internações em um único dia para poder relacionar com as mudanças de tempo no período em que aconteceram as internações por DR. Devido a baixa frequência de internações (sendo a maioria dos dias com 0 casos), três os mais registros foram os mais expressivos para poder fazer a relação internação vs tempo.

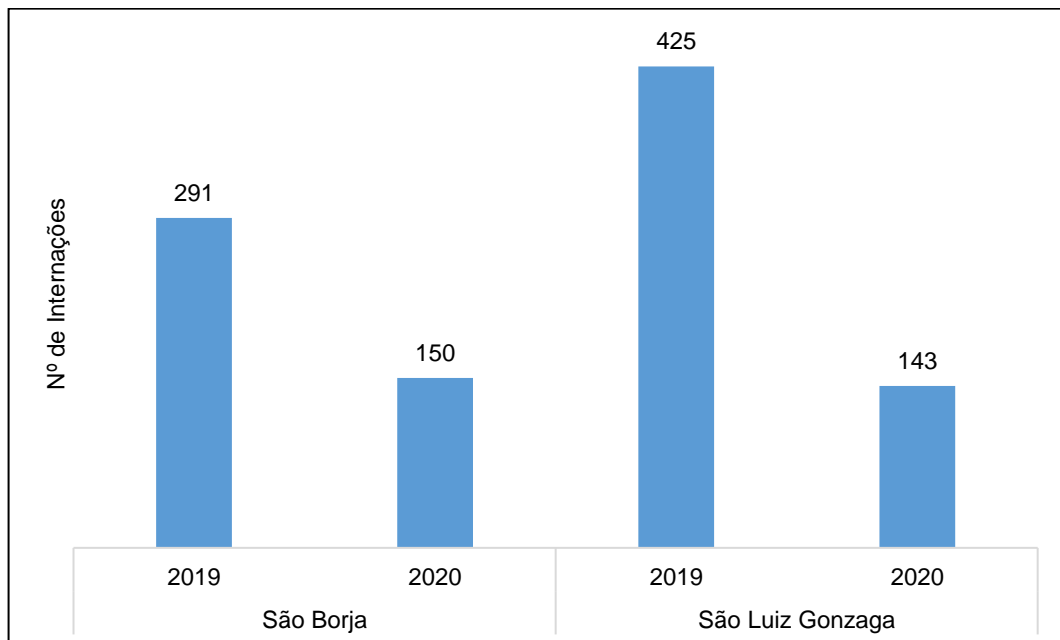
A partir disso, consideraram-se os dias que tiveram queda/aumento consecutivos na temperatura anteriores aos dias com 3 (ou mais) internações hospitalares. Sendo possível estabelecer uma relação de quantos dias são necessários de aumento/diminuição da T para o registro de internações de crianças e idosos em cada um dos municípios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a partir da análise e somatório de internações por DR nos municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga nos anos 2019 e 2020 são apresentados na Figura 2. 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 ao total de internações, entre os anos do estudo, sendo que o ano 2019 registrou um total muito maior que o ano 2020, nos dois municípios. 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 do CID-10, devido ao avanço das medidas de isolamento social durante o ano 2020, visto que a maior incidência das DR está vinculada as condições comportamentais, ambientais e variações climáticas (BEBER *et al.*, 2020).

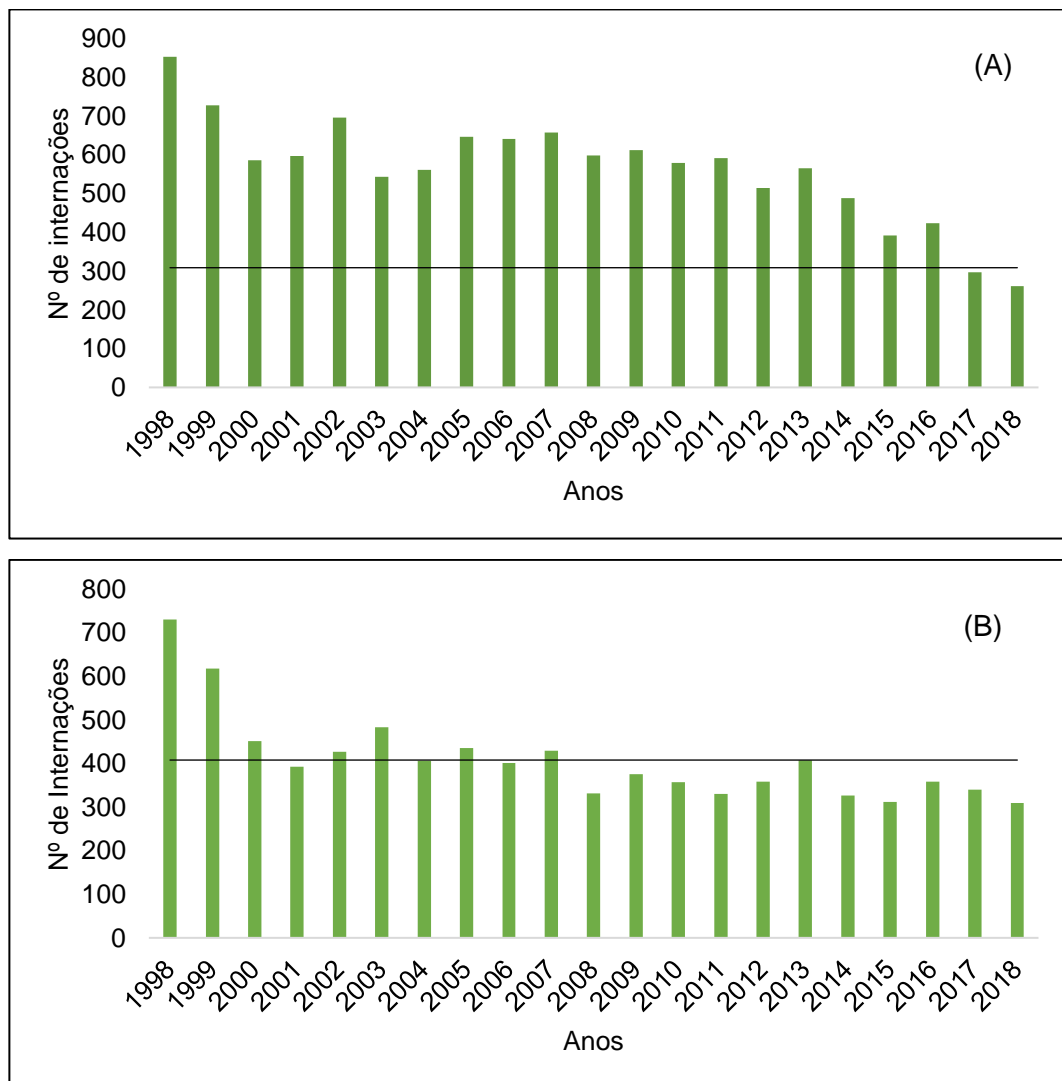
Figura 2 – Total de internações por DR para a cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, nos anos 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

Pode-se observar que o município de São Luiz Gonzaga teve o maior número de admissões hospitalares por DR com um total de 568 casos, sendo 425 casos no ano de 2019 e 145 casos no ano de 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, 2010).

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



Fonte: autora (2022)

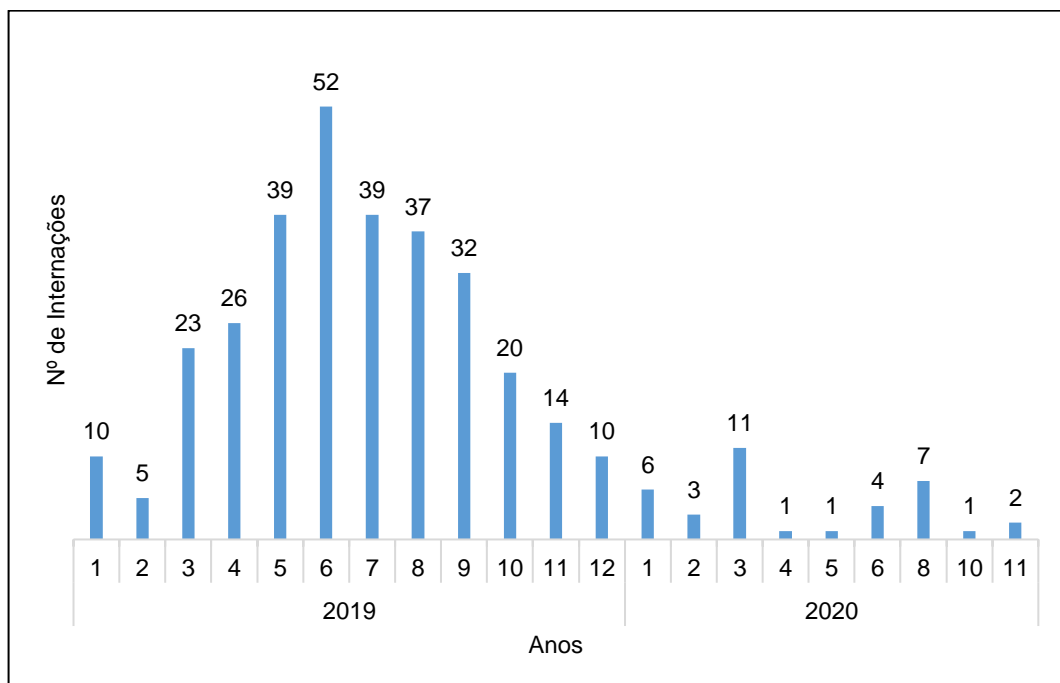
Nota: Linha contínua corresponde à média anual das internações nas respectivas cidades.

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 que há uma tendência de diminuição das internações por DR ao longo dos anos. Santos (2015) 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 (INFOGRIFE, 2022), 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%).

Na Figura 4, 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.

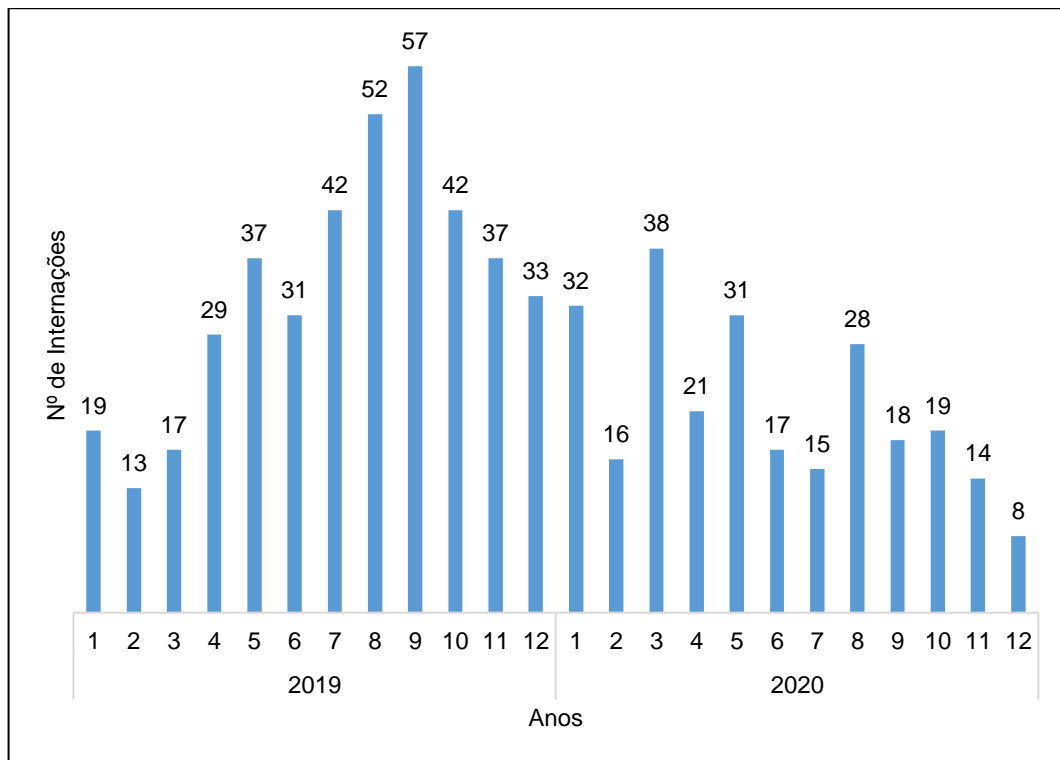
Figura 4 - Total de internações por DR mensal para crianças (<5 anos) nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

Em relação aos idosos (>65), nos municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga (Figura 5), os meses com as maiores taxas de internações foram no final do período de baixas temperaturas do ar (agosto, setembro, outubro) sendo o mês mais expressivo setembro, com 57 casos.

Figura 5 - Total de internações por DR mensal para idosos (>65) nas cidades de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020

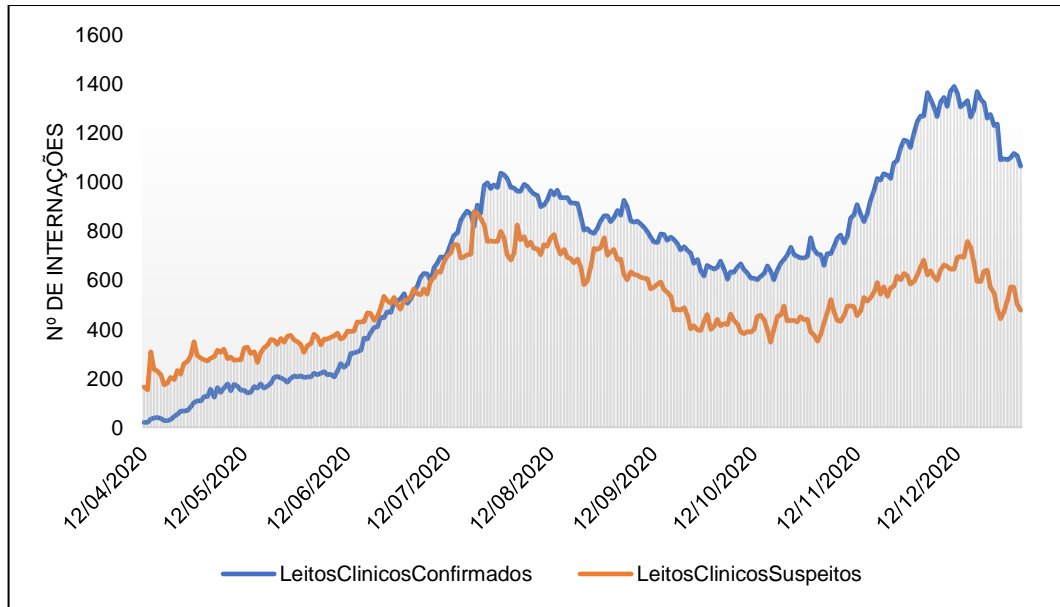


Fonte: autora (2022)

Tendo em vista as internações mensais ao longo do ano de 2020, nota-se que 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 esse alto valor no mês de março, pode ser devido ao início da pandemia COVID19, (início também do isolamento social). Desta forma, fica perceptível a relação 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, 2020). Nesse contexto, conforme dados disponibilizados, também é possível constatar (Figura 6) o aumento das internações hospitalares por Covid-19 no estado a partir do mês de março, após a confirmação dos primeiros casos confirmados (RIO GRANDE DO SUL, 2022).

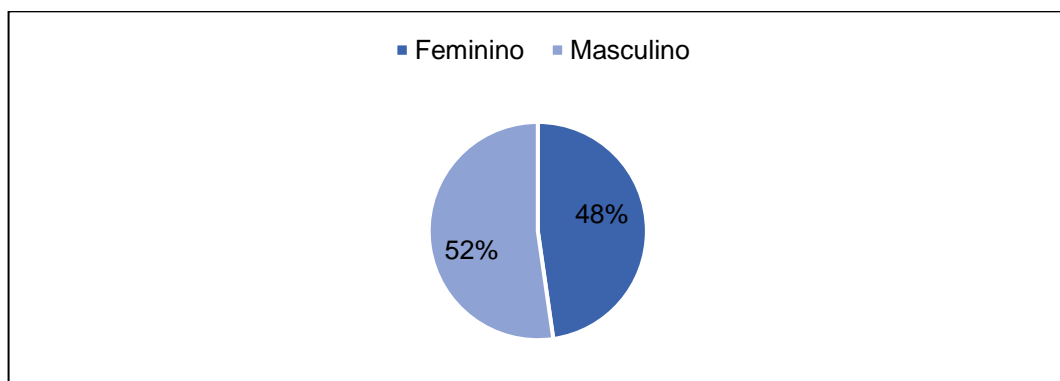
Figura 6 - Distribuição das hospitalizações de COVID-19 no estado do RS, ano 2020



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 (Figura 7). Foram 549 casos de internações do sexo masculinas e 483 registros do sexo feminino.

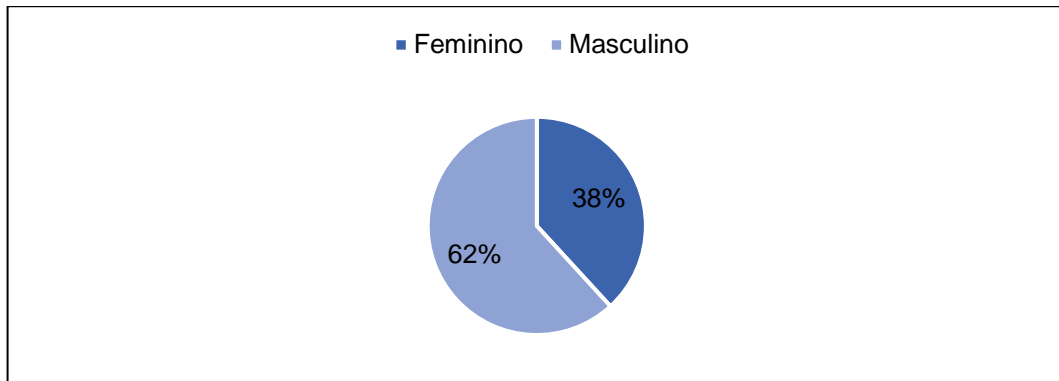
Figura 7 - Distribuição do percentual total de internações por DR em relação ao sexo na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

De acordo com a faixa-etária (Figura 8), a mesma tendência foi observada entre as crianças (<5 anos), visto que 62% (212 casos) foram internações do sexo masculino.

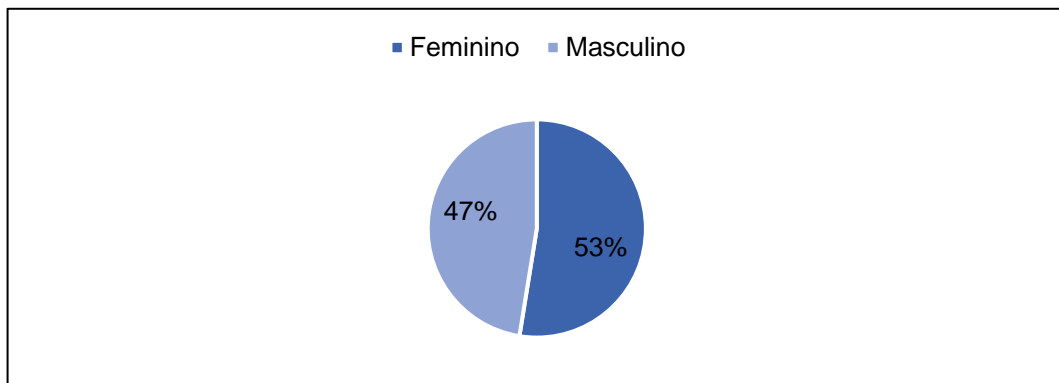
Figura 8 - Distribuição do percentual de internações por DR em relação ao sexo, de crianças (<5 anos), na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

Por outro lado, entre os idosos (>65 anos), conforme Figura 9, a tendência foi contrária e a maior frequência de internações foi do sexo feminino, representando um total de 53% (350 casos) das internações.

Figura 9 - Distribuição do percentual de internações por DR em relação ao sexo, de idoso (> 65 anos), na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

Em relação as variáveis meteorológicas e sua relação com as faixas interpretativas de sensação térmica, estimada a partir do valor 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 “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 a faixa de conforto térmico, a maior ocorrência de admissões hospitalares aconteceu no período em que houve registro de “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 “Muito Frio” (CTH menor que 4°C), correspondendo a 23 internações por DR (em 76 dias).

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, anos 2019 e 2020

Sensação Térmica (°C)	Nº de dias	Nº de internação	% de Internação	Coeficiente de Internação
Muito frio (<4)	76	23	5,64	0,30
Frio (4 a 8)	47	21	5,15	0,45
Frio Moderado (8 a 13)	54	51	12,50	0,94
Ligeiramente Frio (13 a 18)	69	68	16,70	0,99
Confortável (18 a 23)	42	32	7,84	0,76
Ligeiramente Quente (23 a 29)	138	61	14,92	0,44
Quente Moderado (29 a 35)	197	112	27,45	0,57
Quente (35 a 41)	91	40	9,80	0,44
Muito Quente (>41)	4	0	0,00	0,00
TOTAL	718	408	100	4,9

Fonte: autora (2022)

Na Tabela 2 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 faixas-etárias, nos dois anos do estudo. Constatou-se que a maioria das internações ocorreram quando a sensação é “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).

No entanto, quando se considera o coeficiente das internações comparada a faixa de conforto térmico, a maior ocorrência de admissões hospitalares aconteceu no período em que houve registro de “Muito Quente” (CTH maior que 41°C), com 5 casos (em 3 dias), e a menor ocorrência, deu-se quando a sensação térmica foi “Quente” (CTH entre 35 e 41°C), correspondendo a 31 internações por DR (em 79 dias).

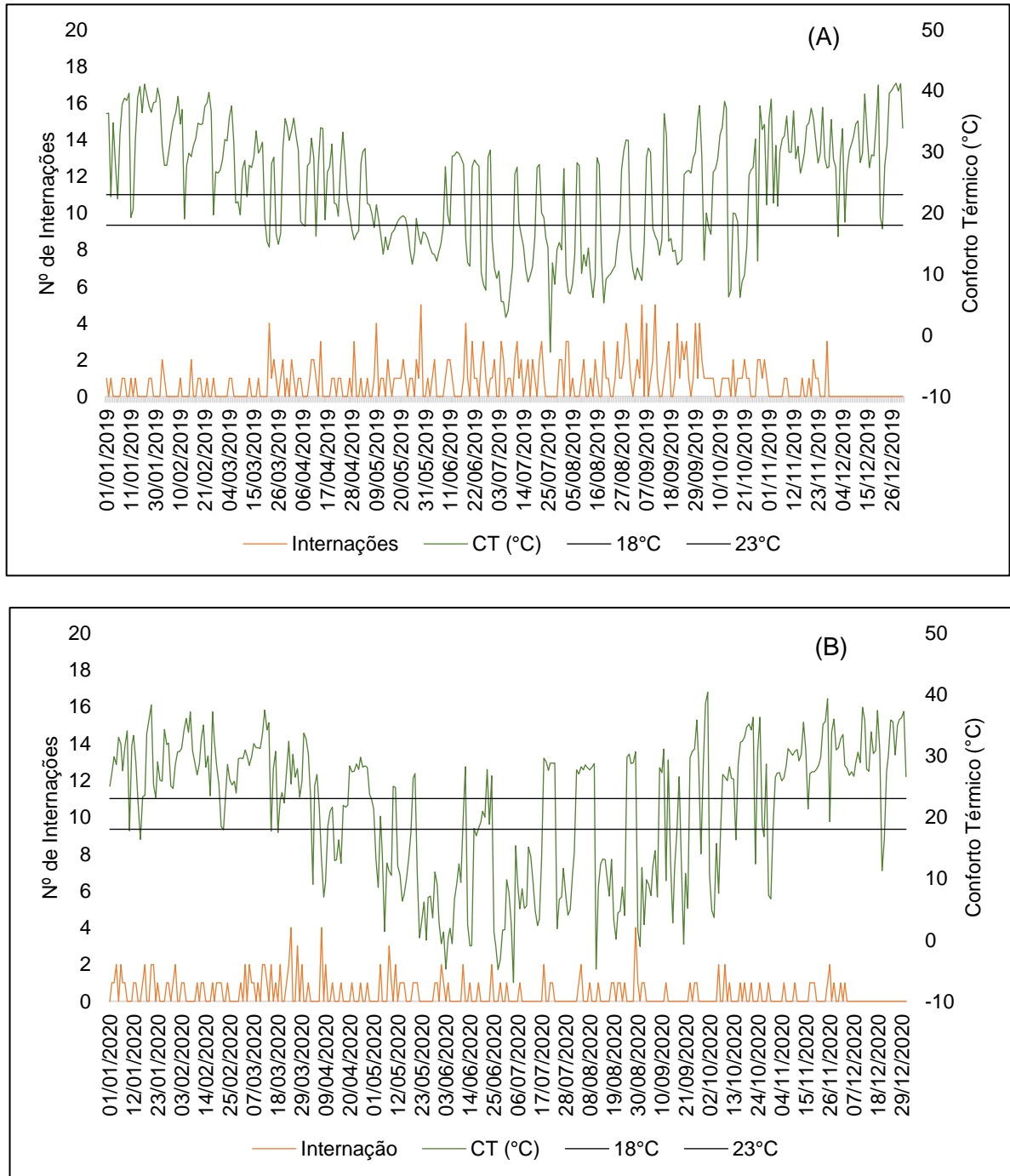
Tabela 2 - Distribuição do número de dias, de internação por DR e coeficiente de internações para crianças (<5) e idosos (>65) na cidade de São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020

Sensação Térmica (°C)	Nº de dias	Nº de internação	% de Internação	Coeficiente de Internação
Muito frio (<4)	97	77	16,14	0,79
Frio (4 a 8)	62	58	12,16	0,94
Frio Moderado (8 a 13)	78	59	12,37	0,76
Ligeiramente Frio (13 a 18)	49	30	6,30	0,61
Confortável (18 a 23)	25	16	3,35	0,64
Ligeiramente Quente (23 a 29)	170	100	20,96	0,59
Quente Moderado (29 a 35)	168	101	21,17	0,60
Quente (35 a 41)	79	31	6,50	0,39
Muito Quente (>41)	3	5	1,05	1,67
TOTAL	731	477	100	7

Fonte: autora (2022)

Na Figura 10, são apresentados 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. É notado que, para o mesmo período de tempo, 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-se que as internações por DR aumentam com os valores extremos (máximas e mínimos) de temperaturas.

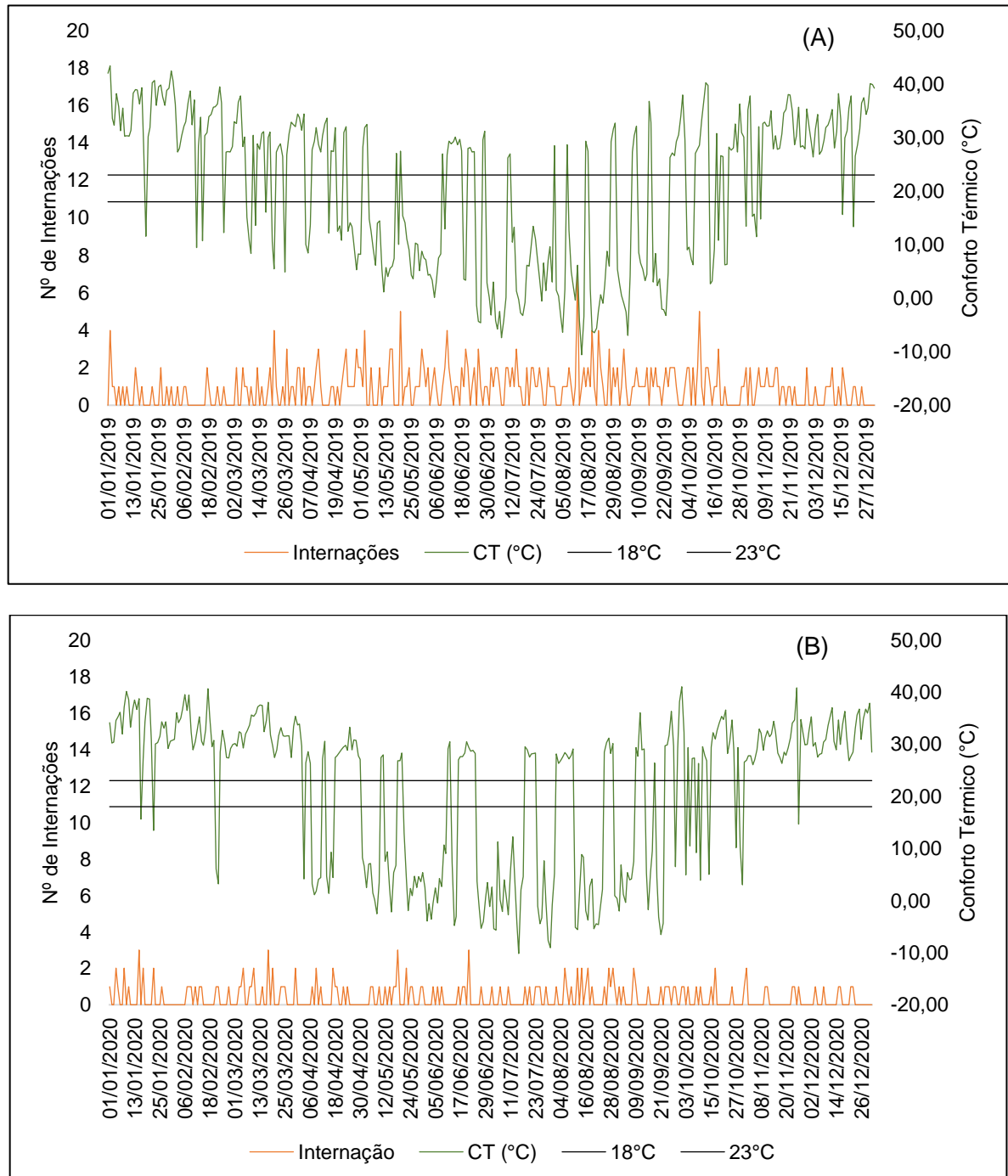
Figura 10 - Variação temporal do conforto térmico humano e das internações hospitalares de crianças < 5 anos (A) e >65 anos (B), por DR, em São Borja, 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

Nota: As linhas contínuas representam os limiares dos valores confortáveis (18 a 23).

Figura 11 - Variação temporal do conforto térmico humano e das internações hospitalares de crianças < 5 anos (A) e > 65 anos (B), por doenças respiratórias, em São Luiz Gonzaga, 2019 e 2020



Fonte: autora (2022)

Nota: As linhas contínuas representam os limiares dos valores confortáveis (18 a 23).

A mesma associação, entre conforto/desconforto térmico humano e internações hospitalares foi feita para o público com menos de cinco e com mais de

sessenta e cinco anos, para o município de São Luiz Gonzaga (Figura 11), sendo possível verificar que as internações também foram registradas nos dias com desconforto por temperaturas inferiores 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, após a ocorrência de 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 a saúde humana.

Tabela 3 - Perfil dos dias com três ou mais dias, na cidade de São Borja e São Luiz Gonzaga, anos 2019 e 2020

ATRASSO	DIAS DE AUMENTO	PORCENTAGEM	DIAS DE QUEDA	PORCENTAGEM
1 dia	9	31%	9	31%
2 dia	7	24%	6	21%
3 dia	7	24%	4	14%
4 dia	4	14%	2	7%
5 dia	2	7%	2	7%
5 ou +	0	0%	6	21%

Fonte: autora (2022)

Na Tabela 3, é possível verificar que de um total de 58 dias analisados nos anos 2019 e 2020, sendo 29 dias com aumento da temperatura e 29 dias com queda da temperatura. Considerando pelo menos 3 internações diárias, quando associadas a um aumento de temperatura, notou-se que as internações ocorreram de 1 a 3 dias após de aumento da temperatura em 79% dos casos. Aproximadamente 66% das internações ocorreram após 1 e 3 dias do início da queda da temperatura do ar (e, conseqüentemente, do conforto térmico). Esse resultado concorda com o proposto por Lopes (2016), que após três dias do registro da entrada de sistemas meteorológicos (queda da T), há uma elevação significativa da possibilidade para atendimento hospitalar para idosos e crianças.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam uma relação, diretamente proporcional, entre índices de CTH e doenças respiratórias de crianças e idosos, na medida que, quando aumenta o desconforto térmico humano (por frio ou calor) aumentam também as admissões hospitalares. Entretanto, devido ao baixo volume de dados de internações, tal associação não é tão evidente, quanto ao período da internação, após a mudança nas condições de tempo.

Constatou-se que o município de São Luiz Gonzaga, mesmo sendo menos populoso em relação a São Borja, registou o maior número de internações por DR.

Pode-se afirmar que, para os anos 2019 e 2020, houve maior frequência de internações de idosos (maiores de 65 anos) quando comparada a crianças (menores de 5 anos). Sendo que os idosos representam a faixa-etária com maior número de admissões hospitalares, sendo 66% do total de internações registradas tanto no município de São Borja como de São Luiz Gonzaga. Em relação ao gênero, constatou-se maior número de internações em crianças do sexo masculino (62%) e em idosos do sexo feminino (53%).

Os maiores coeficientes de admissões hospitalares para o município de São Borja aconteceram no período “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 no período em que houve registro “Muito Quente” (CTH maior que 41°C), com 5 casos (em 3 dias) ou seja, o desconforto térmico por calor e frio podem estar relacionadas ao aumento dos casos de internações por complicações relacionadas a DR.

Por fim, nas duas cidades, tanto para idosos quanto para crianças, foi observado que há um “atraso” entre 1 a 3 dias para ocorrência de 3 ou mais internações, após aumento do desconforto térmico humano (conseqüentemente, mudanças nas condições de tempo).

Sugere-se, a continuidade dos estudos, para obtenção de uma maior série temporal de dados, a fim de possibilitar a aplicação de análises estatísticas mais detalhadas (como análise de correlação dos dados) para buscar, especificamente, identificar variável meteorológica de maior impacto na saúde humana.

Outra sugestão, para estudos futuros, é a análise das interações com relação ao município de residência e não de internação, visto que os dados meteorológicos se referem aos municípios, evitando possíveis vieses de resultados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC. **ASHRAE Handbook** – fundamentals. Atlanta, GA, USA. 1985.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC. **ASHRAE Standard 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. 2004. Atlanta, GA, USA. Disponível em: http://arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE_Thermal_Comfort_Standard.pdf. Acesso em: 17 set. 2021.

ASERS (Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul). Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Porto Alegre. 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso em: 18 set. 2021.

AZEVEDO, J. *et al.* **Influência do clima na incidência de infecção respiratória aguda em crianças nos municípios de Campina Grande e Monteiro, Paraíba, Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia. 2015. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/P9NsC8yg6ZTXngzHkk97XzR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 set. 2021.

Barros, F. S. *et al.* **Análise da associação entre variáveis meteorológicas e mortalidade em idosos aplicada a diferentes características climáticas do Estado de São Paulo, Brasil**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03555-7>. Acesso em: 24 set. 2021.

BEBER, L. C. C. *et al.* FATORES DE RISCO PARA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM CRIANÇAS BRASILEIRAS: revisão integrativa. Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde, v. 9, n. 1, p. 26-38, 2020. Universidade Alto Vale Do Rio Do Peixe - Uniarp. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/1660>. Acesso em: 17 mar. 2022.

BRASIL. Ministério Da Saúde. **Doenças Respiratórias Crônicas**. Normas e Manuais Técnicos Cadernos de Atenção Básica, série A. n. 25. 161 p. Brasília. 2010.

BUCHER, K.; HAASE, C. Meteorotopia e previsões médico meteorológicas. 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01923545>. Acesso em: 14 set. 2021.

DATASUS. Morbidade Hospitalar do SUS CID-10. Lista de Tabulação para Morbidade. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/mxcid10lm.htm#topo>. Acesso em: 26 set. 2021.

DUARTE, H, E. **Anatomia Humana**. 1 ed. 175 p. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2014.

EAGLE NEWS. Doenças respiratórias atingem 25% da população mundial, aponta OMS. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://www.eaglenews.com.br/263940-doencas-respiratorias-atingem-25-da-populacao-mundial-aponta-oms/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

Fanger, P. O. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. 244 p. 1970.

FEPAM. Levantamento e Análise de Dados Secundários Relativos aos Meios Físico, Biótico e Sócio-Econômico da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo. Porto Alegre. 2003. Disponível em: <http://ww2.fepam.rs.gov.br/doclics/uruguai/relatorio01/Cap%203.1.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales (FIRS). El impacto global de la Enfermedad Respiratoria. 2017. Asociación Latinoamericana de Tórax. Segunda edición. 48 p. México. 2017.

GOBO, J. P. A; GALVANI, E. Aplicação do índice de temperatura efetiva com vento (tev) nos estudos de conforto térmico para o estado do Rio Grande do Sul. **Revista Geonorte**. v. 3, n. 8, p. 403. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/e>. Acesso em: 24 set. 2021.

GONÇALVEZ, F. **Biometeorologia**: a relação entre as formas de vida e a atmosfera. Entrevistadora: Josélia Pegorim. CLIMATEMPO. 2020. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2020/04/05/biometeorologia-a-relacao-entre-as-formas-de-vida-e-a-atmosfera-2698>. Acesso em: 15 set, 2021.

GOVERNO DO BRASIL. **OMS classifica coronavírus como pandemia**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/03/oms-classifica-coronavirus-como-pandemia>. Acesso em: 20 jan. 2022.

Höppe, P. **The physiological equivalent temperature**: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. International Journal of Biometeorology. 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs004840050118>. Acesso em: 24 set. 2021.

IBGE. **Conheça cidades e estados do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 2022.

International Society of Biometeorology (ISB). O que é biometeorologia. 2018. Disponível em: <https://uwm.edu/biometeorology/what-is-biometeorology/>. Acesso em: 14 set. 21.

INFOGRIPE. Resumo do Boletim infoGripe. 2022. Fundação Fio Cruz. Disponível em: <http://info.gripe.fiocruz.br/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BECK, H., *et al.* Mapas de classificação climática köppen-geiger presentes e futuros em resolução de 1 km. 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata2018214#citeas>. Acesso em: 10 mar. 2022.

LECHA E, L. **Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics**. Int J Biometeorol. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004840050088> . Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs004840050088>. Acesso em: 15 set. 2021.

LOPES, F. N. **Associação entre condições meteorológicas de inverno e doenças respiratórias em crianças na cidade de Pelotas-RS**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2016. Disponível em: http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/3463/1/dissertacao_fernando_nunes_lopes.pdf. Acesso: 14 set, 2021.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model. International Journal of Biometeorology, v. 51, p. 323-334, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-006-0061-8>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MORAES, S. L; *et al.* Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/MB6v7vJrdw7gzygqysJ6kMp/?format=html#>. Acesso em: 10 mar. 2022.

NEDEL, A. S. **Condições meteorológicas favoráveis a ocorrência de doenças respiratórias em crianças na cidade de São Paulo**. 2008. 195 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: https://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_anderson_s_nedel.pdf. Acesso em: 21 set. 2021.

NICK, L. M. **Relação entre variáveis meteorológicas e a morbidade respiratória de crianças em diferentes estados do Rio Grande do Sul**. 2019. 93 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2019.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. - NOAA/NWS/CPC. National Weather Service. 2020. Disponível em: <http://noaa.gov>. Acesso em: 22 fev. 2022.

OPAS. **Histórico da pandemia de COVID-19**. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 20 jan. 2022.

OPAS. **OMS revela principais causas de morte e incapacidade em todo o mundo entre 2000 e 2019.** 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/9-12-2020-oms-revela-principais-causas-morte-e-incapacidade-em-todo-mundo-entre-2000-e>. Acesso em: 14 set. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Secretária da Saúde. **Confirmado o primeiro caso de novo coronavírus no Rio Grande do Sul.** 2020. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/confirmado-o-primeiro-caso-de-novo-coronavirus-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 17 mar. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. Painel Coronavírus RS. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/covid19/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ROTA MISSÕES. 2021. Disponível em: <https://www.rotamissoes.com.br/sobre>. Acesso em: 18 set. 2021.

SANTOS, M. A. et al. **Tendências da morbidade hospitalar por doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2002 a 2012.** 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/JZvkJRVNPy6Y9F9XrnQv8dM/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 29 set. 2021.

SALES, D. M. CLIMA E DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: INTER-RELAÇÕES NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE (MG). 2019. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG (Dissertação Mestrado). Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/30148>. Acesso em: 18 mar. 2022.

SILVA, I. Relação da temperatura e da umidade relativa com internações e mortes por doenças cardiovasculares, respiratórias e distúrbios mentais. 2020. Londrina, Paraná. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5261/1/LD_PPGEA_M_Silva%2c_lara_da_2020.pdf. Acesso em: 10 mar. 2022.

SODER, R. F. *et al.* **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. 2021. Disponível em: <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 em: 20 dez. 2021.

Steadman, R.G. 1979. The assessment of sultriness. Part I: A temperature humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18(7): 861-873.

SUNDEEL, J. *Indoor Environment and health*, Stockholm, Sweden: National Institute of Public Health, 1999.

SUPING, Z.; GUANGLIN, M.; YANWEN, W.; Ji, L. **Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners.** *International Journal of Biometeorology.*, V. 36, p. 63-

8, 1992. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01208915>. Acesso em: 5 set. 2021.

WHO. Noncommunicable diseases. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 03 mar. 2022.

WHO. **Décimo terceiro Programa Geral do Trabalho 2019-2023**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/about/what-we-do/thirteenth-general-programme-of-work-2019---2023>. Acesso em: 03 mar. 2022.