



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CECEN
CURSO DE GEOGRAFIA

JUCILENE PEREIRA SOARES

**USO DE DADOS METEOROLÓGICOS DE SÃO LUÍS (MA) COMO SUBSÍDIOS À
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CAMPUS PAULO VI**

São Luís

2024

JUCILENE PEREIRA SOARES

**USO DE DADOS METEOROLÓGICOS DE SÃO LUÍS (MA) COMO SUBSÍDIOS À
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CAMPUS PAULO VI**

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias

São Luís

2024

Soares, Jucilene Pereira

Uso de dados Meteorológicos de São Luís (MA) como subsídios à educação ambiental no Campus Paulo VI. / Jucilene Pereira Soares. – São Luis,MA, 2024.

50 f.

Monografia (Graduação em Geografia Licenciatura) – Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra Da Silva Dias.

1.SCU. 2.Dados metereológicos. 3.São Luis. 4.Maranhão. I.Título.

CDU: 551.583.1


JUCILENE PEREIRA SOARES

**USO DE DADOS METEOROLÓGICOS DE SÃO LUÍS (MA) COMO SUBSÍDIOS À
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CAMPUS PAULO VI**


Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Geografia.

Aprovada em: 17/12/2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS**
Data: 11/02/2025 22:55:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (Orientador)
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ CARLOS ARAUJO DOS SANTOS**
Data: 12/02/2025 11:34:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Carlos Araujo dos Santos
Doutor em Geografia
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO CARLOS REIS DE FREITAS**
Data: 12/02/2025 12:39:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antonio Carlos Reis de Freitas
Doutor em Desenvolvimento Sustentável
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

À minha mãe Deuzirene Soares, que com coragem, amor e dedicação criou, por muito tempo sozinha, seus quatro filhos. Sua determinação e sacrifício sempre foram minha maior inspiração. Cada passo dado e cada conquista alcançada foram motivados pelo desejo de te orgulhar. Obrigada por ser minha força e exemplo de vida. Este trabalho e toda minha trajetória acadêmica é, em sua essência, um tributo a você.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e sabedoria para superar os desafios ao longo desta jornada acadêmica.

À Universidade Estadual do Maranhão, meu reconhecimento pelo conhecimento adquirido e pelas oportunidades oferecidas. Este ambiente foi essencial para minha formação como geógrafa e para o desenvolvimento de uma visão crítica e comprometida com a sociedade.

Agradeço à minha mãe, cujo amor, sacrifício e apoio incondicional foram a base para todas as minhas conquistas. Sua dedicação e ensinamentos me guiaram nos momentos mais difíceis e celebraram comigo cada vitória. Sou eternamente grata por tudo o que fez e continua fazendo por mim.

À minha família, que sempre acreditou no meu potencial e me ofereceu suporte em todos os sentidos, deixo meu mais sincero agradecimento. Cada palavra de encorajamento, cada gesto de carinho e compreensão foi fundamental para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu companheiro de vida por todo apoio, paciência e amor a mim dedicado nessa reta final da graduação.

Agradeço, também, aos meus amigos Raimundo, Maik e João Lucas, que se tornaram parte desta caminhada, compartilhando experiências, conhecimentos e desafios.

Finalmente, dedico este trabalho a todas que, como eu, enfrentam a vida acadêmica e profissional com determinação, sempre buscando o melhor para si e para suas famílias. Este título é o começo de uma carreira, e sei que os desafios continuarão, mas estou pronta para enfrentá-los, inspirada pelo exemplo de minha mãe e pelo apoio daqueles que sempre estiveram ao meu lado.

Com gratidão!

“Compreender o clima é compreender o mundo; usar este conhecimento para educar é construir um futuro sustentável”.

Jucilene Pereira Soares

RESUMO

Este estudo investiga as interações entre as atividades humanas e as dimensões climáticas urbanas em São Luís, MA, utilizando o Sistema Climático Urbano (SCU) de Monteiro como modelo analítico. A pesquisa é conduzida em duas etapas principais: uma revisão bibliográfica e a coleta e análise de dados meteorológicos do período de janeiro de 2019 a dezembro de 2023, obtidos através do portal INMET. Esses dados são processados e apresentados em tabelas, utilizando o software Office 365. Na segunda etapa, a pesquisa inclui a aplicação de questionários, tabulação e tratamento das respostas, com o objetivo de avaliar o impacto das previsões meteorológicas no cotidiano da população. A análise de dados históricos de temperatura, entre 2019 e 2023, é realizada com o uso da função MÉDIASE no Microsoft Excel, permitindo o cálculo de médias anuais de temperatura e uma avaliação detalhada das variações climáticas ao longo dos anos. O estudo enfatiza a importância de métodos precisos para a análise climática e destaca como esses métodos podem ser adaptados para diferentes parâmetros e contextos ambientais, contribuindo para o entendimento das tendências climáticas em São Luís.

Palavras-chave: SCU; dados meteorológicos; São Luís; Maranhão.

ABSTRACT

This study investigates the interactions between human activities and urban climate dimensions in São Luís, MA, using Monteiro's Urban Climate System (UCS) as an analytical model. The research is conducted in two main stages: a literature review and the collection and analysis of meteorological data for the period from January 2019 to December 2023, obtained from the INMET portal. This data is processed and presented in tables using Office 365 software. In the second stage, the research includes the application of questionnaires, tabulation and processing of responses, with the aim of assessing the impact of weather forecasts on the daily lives of the population. The analysis of historical temperature data between 2019 and 2023 is carried out using the AVERAGE function in Microsoft Excel, allowing the calculation of annual temperature averages and a detailed assessment of climate variations over the years. The study emphasizes the importance of precise methods for climate analysis and highlights how these methods can be adapted to different parameters and environmental contexts, contributing to the understanding of climate trends in São Luís.

Keywords: SCU; weather data; São Luís; Maranhão.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Pressão atmosférica | 25 |
| Gráfico 2 – Radiação solar..... | 26 |
| Gráfico 3 - Temperatura do ar – bulbo seco | 28 |
| Gráfico 4 - Temperatura do ponto de orvalho | 30 |
| Gráfico 5 - Temperatura mínima e máxima na hora ant..... | 30 |
| Gráfico 6 - Umidade relativa do ar (mínima e máxima)..... | 32 |
| Gráfico 7 - Vento, rajada máxima (m/s)..... | 34 |
| Gráfico 8 – Vento, direção horária (°gr)..... | 34 |
| Gráfico 9 - Vento, velocidade horária (m/s) | 35 |
| Gráfico 10 - Precipitação total | 37 |
| Gráfico 11 - Qual é a sua idade?..... | 39 |
| Gráfico 12 – Qual é o seu gênero?..... | 40 |
| Gráfico 13 – Nos últimos cinco anos, você notou alguma mudança significativa no clima de São Luís? | 40 |
| Gráfico 14 – Se sim, quais mudanças você notou?..... | 41 |
| Gráfico 15 – Você acredita que suas ações podem provocar mudanças climáticas?..... | 41 |
| Gráfico 16 – Você sente que as mudanças climáticas afetaram sua vida de alguma forma? .. | 42 |
| Gráfico 17 – Se sim, como as mudanças climáticas afetaram sua vida? | 42 |
| Gráfico 18 – Você tomou alguma medida para se adaptar ou reduzir os efeitos das mudanças climáticas? | 43 |
| Gráfico 19 – Baseado nas suas respostas, você acredita que a previsão do tempo é importante no seu cotidiano? | 44 |
| Gráfico 20 – O que você acha que deveria ser feito para combater as mudanças climáticas? | 44 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|-------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 3 | METODOLOGIA | 21 |
| 4 | RESULTADOS | 21 |
| 4.1 | Termodinâmica | 21 |
| 4.2 | Hidrometeorológico | 21 |
| 4.3 | Dados da pesquisa de campo | 39 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 21 |
| | REFERÊNCIAS | 47 |
| | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO | 49 |

1 INTRODUÇÃO

A utilização de dados meteorológicos na previsão do tempo e clima é um processo fundamental que desempenha um papel vital em diversas esferas da sociedade moderna. Por meio da coleta e análise de uma variedade de informações, como temperatura, umidade e pressão atmosférica, os meteorologistas conseguem fornecer previsões precisas que impactam desde as decisões cotidianas das pessoas até as operações de larga escala de várias indústrias.

As previsões de tempo a curto prazo, geralmente abrangendo alguns dias, são essenciais para a tomada de decisões cotidianas. A previsão informa se devemos carregar um guarda-chuva ou programar atividades ao ar livre. Essas previsões se baseiam em uma análise meticulosa de dados atuais e tendências recentes, alimentados em modelos de previsão numérica do tempo. Esses modelos, executados em supercomputadores, simulam a atmosfera e preveem sua evolução, permitindo que os meteorologistas antecipem padrões climáticos imediatos.

No entanto, a aplicação de dados meteorológicos não se limita à vida cotidiana. Previsões de médio prazo, abrangendo semanas, e previsões de longo prazo, abrangendo meses ou anos, desempenham um papel vital em áreas como agricultura, planejamento de recursos naturais e estratégias de adaptação às mudanças climáticas. Os agricultores usam essas previsões para planejar quando plantar e colher, otimizando o uso de água e recursos. Além disso, a gestão dos recursos hídricos é diretamente afetada pelas previsões de chuvas e secas.

A agricultura é a atividade econômica que mais depende das condições climáticas. Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima afeta também a relação das plantas com insetos e microrganismos, favorecendo ou não o aparecimento de pragas e doenças. Muitas práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações e a colheita, dentre outras, dependem também de condições específicas de tempo e umidade no solo para que possam ser realizadas de forma adequada (Agrotools, 2021).

Os avanços tecnológicos também facilitaram o uso de dados meteorológicos em áreas como energia renovável. As empresas eólicas e solares contam com informações precisas sobre vento e radiação solar para otimizar a geração de energia. Com base na previsão do tempo, elas podem planejar a manutenção das turbinas e painéis solares, garantindo uma produção eficiente e estável.

Consideradas essenciais para a produção agrícola, as previsões meteorológicas nunca estiveram tão eficientes quanto hoje. Isso porque os avanços tecnológicos vêm se desenvolvendo constantemente em busca dos resultados mais precisos possíveis, já que as decisões dos produtores devem ser tomadas levando em conta as chuvas, o calor excessivo e os longos períodos de estiagem (Sensix, 2022).

Um dos aspectos mais importantes do uso de dados meteorológicos é o papel que eles desempenham na segurança pública. Avisos antecipados e alertas para condições climáticas extremas, como tempestades e ondas de calor, podem ajudar a salvar vidas e minimizar os danos causados por alterações da natureza. O monitoramento contínuo das condições meteorológicas em todo o mundo via satélite e radar é uma parte importante dos sistemas de alerta precoce, permitindo que as autoridades emitam alertas.

Além dos fatores já citados, a coleta de dados climatológicos pode ser utilizada para a compreensão e posterior sensibilização da população com o intuito de preservar o meio em que habitam, principalmente quando se trata de recursos ambientais. A análise de informações meteorológicas é fundamental para identificar tendências climáticas de longo prazo e avaliar a influência humana no clima global. Os dados meteorológicos contribuem significativamente para a modelagem do clima e a previsão de cenários futuros prováveis.

A aplicação de dados meteorológicos na previsão do tempo e do clima é uma prática importante que tem impactos amplos e generalizados em múltiplos campos da sociedade contemporânea. Esses dados fornecem informações vitais que orientam a tomada de decisões cotidianas, impulsionam as operações industriais, garantem a segurança pública e facilitam a adaptação às mudanças climáticas. As razões para usar esses dados são múltiplas e abrangentes.

A previsão do tempo afeta diretamente a vida diária das pessoas. Ao oferecer dados acerca das condições climáticas futuras, os dados meteorológicos permitem que os indivíduos estejam bem preparados. Além disso, os agricultores contam com essas previsões para otimizar a produção, decidindo quando plantar, irrigar e colher. Essas decisões baseadas em dados afetam a produtividade agrícola, a segurança alimentar e a economia.

Muitos setores industriais são altamente dependentes das previsões meteorológicas para operar com eficiência. A aviação e a navegação usam esses dados para evitar condições climáticas adversas e garantir viagens seguras. As indústrias de energia renovável, como eólica e solar, dependem de previsões precisas para maximizar a geração de energia para o desenvolvimento de energia sustentável.

Esses mesmos dados podem aumentar a segurança pública. Previsões antecipadas de eventos climáticos extremos, como tempestades, furacões e inundações e diversas outras catástrofes, permitem que as autoridades emitam alertas e tomem medidas preventivas. Isso mitiga o risco, reduz os danos e, por fim, protege a vida humana.

Esse estudo se propõe a demonstrar as variações climáticas e de temperatura na cidade de São Luís – MA; subsidiar os dados de forma acessível para a população, fomentando novos

estudos na área; e promover a sensibilização da população acerca das atividades antrópicas que influenciam diretamente no meio ambiente, acarretando diversas variações climáticas.

Em resumo, a educação climática e a divulgação de informações confiáveis ao público também requerem o uso de dados meteorológicos. O conhecimento público dos padrões climáticos, eventos extremos e mudanças climáticas é fundamental para aumentar a conscientização e a ação coletiva em direção a um ambiente mais sustentável.

Demonstrar a importância dos dados meteorológicos na previsão do tempo e do clima em São Luís - MA, entendendo seu impacto na tomada de decisões, segurança pública, operações industriais, adaptação às mudanças climáticas e apresentar os dados meteorológicos como uma forma de sensibilizar a sociedade que suas ações interferem nas mudanças climáticas.

- a) Investigar como os dados meteorológicos são coletados, processados e utilizados na formulação de previsões precisas de curto, médio e longo prazo;
- b) Avaliar o impacto das previsões meteorológicas na vida cotidiana das pessoas, incluindo aspectos como planejamento de atividades, segurança pública e bem-estar;
- c) Exemplificar a Influência das Previsões Climáticas nas Operações Industriais;

Em decorrência da complexidade, o estudo divide-se nas seguintes seções: 1 Introdução, que contextualiza o assunto explicando a importância dos dados climáticos para a sociedade; 2 Referencial Teórico, que apresenta os conceitos basilares do estudo e principais linhas teóricas utilizadas na construção deste estudo; 3 Metodologia, que descreve o processo de elaboração da pesquisa, as fases e etapas percorridas para estruturação da pesquisa; 4 Resultados, obtidos pelo estudo e através da análise dos dados, considerando a termodinâmica e os aspectos hidrometeorológicos; 5 Considerações finais, que exhibe as concepções originadas pelo estudo, considerando os objetivos traçados e os resultados obtidos.

Os dados meteorológicos desempenham um papel essencial na previsão do tempo e do clima contribuindo para decisões estratégicas que impactam a segurança pública, as operações industriais e a adaptação às mudanças climáticas. Além disso, sua utilização como ferramenta de sensibilização ambiental ressalta a relação entre as ações humanas e as alterações climáticas.

Para compreender a amplitude desse tema, o estudo aborda desde a coleta e processamento de dados meteorológicos até sua aplicação prática, destacando impactos na vida cotidiana, planejamento e operações. Estruturalmente, a pesquisa se organiza em capítulos que contextualizam a importância dos dados climáticos, reforçando a relevância dessas informações para a sociedade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo do clima urbano é, atualmente, uma necessidade científica prioritária, haja vista que demandas para reconhecimento dos impactos ambientais antropogênicos associados aos meios citadinos, concorrem para um reconhecimento integrado das dinâmicas dos sistemas atmosféricos que envolvem os espaços construídos pelas sociedades.

Mudanças climáticas são fenômenos com alto índice de variabilidade que, eventualmente, podem causar eventos extremos, como secas ou chuvas intensas. Esses eventos podem gerar impacto na sociedade, na esfera agropecuária de uma região e até mesmo a perda de vidas humanas. Logo, ter conhecimento sobre as frequências, comportamento e mudanças climáticas é de suma importância para realizar um planejamento que busque minimizar danos causados pelo clima intenso (Araujo, 2021, p. 7).

Para Sampaio *et al.* (2008), existem dois componentes para a análise climatológica, sendo, um natural, resultante de processos planetários zonais e azonais associados à própria evolução dos sistemas ambientais terrestres, cujas derivações (mesoclimas, topoclimas e microclimas) são relacionadas às características das heranças regionais e locais da natureza (Ab'Sáber, 2012); e outro, antropogênico, que traz consigo perturbações impostas pelas sociedades humanas, cumulativamente, num processo contínuo de conversão de paisagens naturais em espaços artificiais, o que causa mudanças significativas nas dinâmicas atmosféricas em diversas escalas (Ambrizzi, 2014).

Brandão (2001) indica que as análises climáticas em espaços urbanos concorrem para melhorar as políticas públicas de planejamento e ordenamento territorial, à medida que se dedica a:

- a) entender as dinâmicas de ocupação dos espaços disponíveis (salubres e insalubres), com perspectivas de promover o desenvolvimento de políticas habitacionais adequadas;
- b) identificar áreas em riscos ou perigos de alagamentos e movimentos de massa, com vistas à promoção de estratégias que visem à manutenção de vazões em canais fluviais, bem como estabilização de vertentes, minimizando perdas materiais e imateriais de cunhos social e econômico;
- c) indicar estratégias de requalificação socioambiental e melhoria da qualidade de vida de populações afetadas por sinistros associados à ocupação inadequada dos espaços, bem como pelos processos pluviais intensos;
- d) propor medidas adaptativas ou mitigatórias de processos ocupacionais em curso ou já estabilizados, com vistas à recomposição das características dos sistemas ambientais

pré-existentes e com positiva relação custo-benefício frente aos problemas apresentados;

- e) equacionar problemas estruturais com a dotação de projetos de engenharia com tempos de recorrência adequados para cada situação com base em hidrogramas e pluviogramas específicos;
- f) avaliar conforto térmico da população, com o firme propósito de criar ou fomentar a manutenção de áreas verdes, como praças, parques, logradouros públicos diversos com pouca impermeabilização e elevada arborização, bem como unidades de conservação urbanas que mitiguem os processos de avanço de ilhas de calor (Oke, 2009).

Ante o exposto, percebe-se que as situações elencadas não são de todo atuais, pois durante os fins do século XIX e durante todo o século XX as cidades, também conhecidas como fatos urbanos (Clark, 1991), se maximizaram espacial, social e economicamente. Os espaços viraram mercadorias que possuíam valores de uso e de troca (Harvey, 1980) e os impactos nos sistemas ambientais se avolumaram a ponto de permitirem a exaustão de recursos naturais (Drew, 2002).

Dentre os componentes do meio físico, o clima passaria por necessidade de compreensão analítica especial, visto que passou a não mais ser considerado como uma mera análise de médias estatísticas, mas a sucessão de ritmos atmosféricos (Monteiro, 1971). Assim, essa noção (a de ritmo) indica os estados atmosféricos à partir de uma análise de decomposição das estatísticas, observando padrões diários, semanais, mensais e anuais, com o propósito de evitar distorções analíticas ao se procurar entender os padrões meteorológicos e, por conseguinte, os elementos formadores do clima urbano (Monteiro, 2015).

Em outros termos, o autor quer demonstrar que, ao substituir os valores médios já trabalhados (para mais de 30 anos de levantamentos meteorológicos) pelos padrões habituais (eventos atmosféricos frequentes) e pelos padrões excepcionais (ligados a episódios anômalos das dinâmicas atmosféricas urbanas), seria mais fácil entender quais seriam os eventos que mais afetariam o cotidiano da vida urbana, bem como os fenômenos que modificam ou integram as características da formatação dos elementos do clima à partir da circulação atmosférica (Sant'Anna Neto, 2013a; 2013b).

Como não havia metodologia desenvolvida no Brasil para tratar desse fenômeno analítico em específico, Monteiro (1976) apresenta importante contribuição teórica, conceitual e metodológica para trabalhos relacionados à Climatologia Urbana. Em seu trabalho, há a indicação de questões sistemáticas importantes para o entendimento da cidade, bem como de seus climas.

O desafio dessa área do conhecimento geográfico deveria primar pela tentativa de reconhecimento dos principais mecanismos meteorológicos atuantes sobre um território, desvendando “[...] a dinâmica atmosférica regional, segundo o ritmo de evolução, em vez do estado médio dos elementos climáticos colhidos sobre um dado lugar” (Monteiro, 2015, p. 66).

Ao apresentar as bases de uma Climatologia Geográfica contemporânea, o autor demonstra a necessidade de entender as relações ambientais a partir de uma ótica baseada no paradigma do ritmo (Monteiro, 1971), isso concorre para a compreensão de que, como a cidade “[...] é considerada o lugar mais conspícuo da morada do homem” (Monteiro, 2003, p. 12), é imprescindível que sejam reconhecidos os elementos, forças e dinâmicas atmosféricas que envolvem o fato urbano.

Ademais, a proposta é que os tipos de tempo não devem ser apenas identificados e arquivados, eles devem ser observados em sequências, isto é, em “cadeias de tipos de tempo”. Através disto é que se poderá alcançar o ritmo climático, capaz de exibir a tendência habitual, sem esquecer os desvios extremos (Monteiro, 2015, p. 70). Tratava-se, pois, de uma tarefa até então bastante difícil, pois se ousou tentar um método de estudos epistemológica e pragmaticamente contingente para compreender o “clima da cidade”.

Evidentemente, isso a partir de uma conduta de investigação que visse nela não mais um antagonismo entre o homem e a natureza, mas uma coparticipação de ambos os agentes no processo de formatação de uma dinâmica atmosférica absolutamente peculiar e, destarte, individualizada. Assim, Monteiro (1976) construiu, com base nos métodos sistêmico e geossistêmico, já mencionados, uma concepção conceitual relevante para a sua proposta: o Sistema Clima Urbano (ou SCU). Seus critérios de escolha e definição epistêmicos pairavam nos seguintes itens: pragmatismo, dinamismo, consistência, empirismo e modelismo (Monteiro, 2003; 2015).

Em tese, a proposta do SCU refletiria os paradigmas vigentes numa fase dos estudos geográficos conhecida como Geografia Teorética, que vigorou até fins da década de 1970 (Moraes, 2007). Na prática, permitiu com que, no Brasil e no exterior, inúmeros estudos fossem desenvolvidos com uma perspectiva dinâmica, integradora e totalizante, com os climas urbanos sendo evidenciados nas diversas escalas de análise da Geografia à Arquitetura e Urbanismo, da Meteorologia à Engenharia Civil até a Administração Pública (Zavattini; Boin, 2013).

Portanto, a organização ou comportamento climático das urbes passou, dessa maneira, a envolver uma perspectiva analítica que deixaria de ser meramente disciplinar, pois foi abarcada por diversas áreas do conhecimento humano. Com o modelo denominado SCU, a cidade, então, passaria, em função da sua climatologia, a ser interpretada pela visão das relações impostas pelo homem à natureza e, por isso mesmo, passível de planejamento. A escala local do tempo e de clima passaria a ser adotada e

efetivamente estudada. Aliás, os fatores geográficos do clima assumem, nesta escala, uma importância crescente, uma vez que a rugosidade do relevo, a existência (ou não) de corpos d'água e de vegetação é suficientemente latente para exercer influência nas características das células locais dos climas regionais (Sant'Anna Neto, 2013b, p. 86).

Esse é o caso das inundações urbanas, das ilhas de calor e da diminuição das coberturas vegetais, por exemplo, cujos impactos diretos são sentidos pelas populações humanas. Daí tem-se a importância das análises climáticas no planejamento e ordenamento dos territórios urbanos, subsidiando tecnicamente tomadas de decisão quanto ao abastecimento público de água, ao controle de enchentes/inundações, ao escoamento pluvial adequado, à segurança efetiva de barragens.

Nessa perspectiva, baseado nas propostas de Monteiro (1971; 2003; 2015), o presente estudo indica alguns fatos preliminares norteadores, sendo:

- a) O Estado do Maranhão é dotado de uma rede ainda pequena de estações meteorológicas oficiais, operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), algumas delas com menos de 40 anos de operação, o que não permite afirmar com precisão científica quais são as principais características mesoclimáticas regionais (climatologia regional);
- b) Existem períodos (meses ou anos) em que as operações foram interrompidas ou comprometidas em muitas das estações do INMET. As séries históricas diárias e mensais, portanto, tendem a ser comprometidas, haja vista a fragmentação de dados e o uso de projeções estatísticas heterodoxas para o estabelecimento das normais climatológicas, ou seja, séries estatísticas médias do comportamento tridecadal dos elementos formadores do clima (Sampaio *et al.*, 2008);
- c) As regiões metropolitanas maranhenses (Região Metropolitana da Grande São Luís e a Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, com suas cidades principais, respectivamente São Luís) ainda não possuem delimitações factíveis de suas zonas urbanas, que estão em fortes processos de expansão socioespacial. Os espaços das suas estações meteorológicas acabaram por ser incorporados às manchas citadinas, interferindo diretamente nos parâmetros mensurados diariamente, semanalmente, mensalmente e anualmente ao longo do tempo (Sampaio *et al.*, 2008);
- d) há carência de estudos climatológicos urbanos em todo o Estado do Maranhão, o que é caracterizado pelos seguintes fatores essenciais (considerados graves): ausência de interesses efetivos dos tomadores de decisão (gestores públicos) quanto às problemáticas associadas às alterações das paisagens naturais pelas ações humanas e, por consequência, de suas implicações nas variabilidades climáticas locais e regionais; falta de estudos sistemáticos em Climatologia Regional, o que é reflexo da maneira

como a disciplina Climatologia é trabalhada nos cursos de Graduação no Estado, sem o devido aprofundamento teórico e prático dos procedimentos metodológicos de trabalhos técnico-científicos sobre os climas, principalmente os urbanos; e, por fim, comprometimento das análises meteorológicas, haja vista baixa formação em estatística e trabalho com gráficos o que é fortemente aferido em quaisquer cursos de graduação que, em tese, deveriam trabalhar com as temáticas climatológicas, principalmente na Geografia.

O desenvolvimento de estratégias de pesquisa focadas no Sistema Climático Urbano (SCU) é crucial para entender e mitigar os impactos climáticos nas cidades maranhenses, especialmente aquelas que possuem estações meteorológicas oficiais com um histórico substancial de medições, como é o caso de São Luís. No Maranhão a situação é bastante severa, principalmente em face às crises de governabilidade e governança pelas quais diversos entes federativos passam nos últimos anos, o que apenas se reflete no Estado. Aqui estão alguns postos-chave que sustentam essa necessidade e importância do SCU:

- a) O Sistema Climático Urbano (SCU) permite analisar como as características urbanas interagem com o clima local, influenciando padrões de temperatura, umidade, vento e precipitação. Essas informações são fundamentais para planejar políticas públicas relacionadas ao abastecimento de água, gestão de enchentes, planejamento urbano sustentável e segurança de infraestruturas como barragens.
- b) Uso de dados meteorológicos, a longo prazo, disponíveis por mais de 50 anos, oferecem um grande lastro temporal que permite análises climáticas robustas e identificação de tendências de longo prazo. Essa base histórica é essencial para compreender como o clima urbano tem evoluído ao longo das décadas e como pode evoluir no futuro, considerando mudanças climáticas globais e locais.
- c) Metodologia avalizada, nacional ou internacionalmente, garante que os resultados da pesquisa sejam comparáveis globalmente e confiáveis localmente. Isso é crucial para estabelecer bases sólidas de conhecimento e facilitar a implementação de políticas baseadas em evidências científicas.

Os resultados de estudos SCU podem subsidiar diretamente as decisões de gestores públicos, oferecendo informações precisas e localmente relevantes para enfrentar desafios como adaptação às mudanças climáticas, gestão de riscos ambientais e desenvolvimento sustentável das cidades maranhenses.

Portanto, o desenvolvimento de estratégias de pesquisa que explorem o SCU em cidades como São Luís é não apenas recomendável, mas imprescindível para promover o entendimento

e a gestão eficaz dos climas urbanos no Maranhão. Essas iniciativas não só beneficiam o ambiente urbano imediato, mas também contribuem para um futuro mais sustentável e resiliente para todos os seus habitantes.

3 METODOLOGIA

O homem afeta e é afetado por essas dimensões por meio de vias perceptíveis, isto é, as interações urbanas são impactadas e, simultaneamente, influenciam a qualidade do ar, os fenômenos hidrometeorológicos e as variações de temperatura. Este estudo será conduzido por etapas que envolvem trabalhos de gabinete e campo, sendo o trabalho de gabinete: revisão bibliográfica, coleta de dados e tabelas demonstrativas; e o trabalho de campo: aplicação de questionário e interpretação de dados coletados.

No primeiro momento deste estudo buscou-se efetivar uma pesquisa bibliográfica para aquisição de informações que caracterizasse o município de São Luís (MA) bem como ampliar e revisar os parâmetros teóricos acerca do tema proposto. O Sistema Climático Urbano (SCU), concebido por Monteiro (1976; 2003), foi utilizado como modelo para análise dos dados meteorológicos de São Luís – MA, por considerar o elemento antropogênico (causado pelo ser humano) na esfera física das investigações sobre o clima, uma vez que este elemento mantém uma relação intrínseca com esses aspectos. Nessa etapa buscou-se investigar como os dados são processados e utilizados na formulação de previsões precisas de curto (período de dois anos), médio (período de três anos) e longo prazo (período de cinco anos).

Para atingir este objetivo, o escopo temporal dos dados considerados, abrangerá o período de janeiro de 2019, como disponibilizado no portal INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a dezembro de 2023 como parte deste estudo. Os dados provenientes da plataforma eletrônica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) serão apresentados por meio de tabelas elaboradas utilizando o software Office 365. Isso será realizado para o período que abrange de 01/01/2019 à 30/12/2023. Foi aceita a data de 30/12/2023 como encerramento das medições para realizar as análises devido a necessidade de fechar 1825 dias que correspondem a uma análise quinquenal.

Os dados apresentados neste estudo foram extraídos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Ao acessar o site (<https://portal.inmet.gov.br>), é necessário preencher o campo de e-mail, em seguida clicar na opção “prosseguir”, após essas duas etapas inicia-se a seleção dos parâmetros de pesquisa, onde foram definidos o período, o tipo de pontuação, o tipo de dados, a estação meteorológica, a abrangência regional, a data de início e término, bem como as variáveis meteorológicas a serem analisadas. No segundo momento, o site solicita que seja confirmada novamente a seleção dos dados, afim de assegurar a precisão dos dados a serem recebidos e evitar a necessidade de requisições posteriores.

Após a segunda confirmação foi gerada uma solicitação ao instituto que emitiu um comando de confirmação via e-mail, seguindo as instruções presentes nesse comando a base

entra na etapa de processamento. Assim, que finalizado o processamento, os dados foram disponibilizados por meio de um link que permitiu acesso ao arquivo completo utilizados para análise e posterior elaboração desta pesquisa.

O segundo momento da pesquisa foi subdividido em três partes: aplicação de questionário, organização dos dados respostas e procedimento de tabulação de dados, tratamento das informações coletadas e verificação sobre qual o impacto das previsões meteorológicas na vida cotidiana das pessoas, incluindo aspectos como planejamento de atividades, segurança pública e bem-estar.

A pesquisa foi realizada por meio de 76 questionários aplicados dentro da Universidade Estadual do Maranhão e nos bairros de em torno, contemplando um público diversificado entre os dias 03/07/2024 a 03/08/2024. Este instrumento foi aplicado devido a necessidade de se conhecer qual o grau de acesso as informações sobre as dinâmicas atmosféricas/clima no município de São Luís do Maranhão por seus munícipes.

Estes números desempenham um papel fundamental na avaliação do comportamento das variáveis que compõem o clima de ludovicense, dentro das escalas temporais e climáticas, abrangendo assim uma diversidade de mudanças climáticas.

Para a análise das dinâmicas atmosféricas propostas nesta pesquisa foram analisados dados históricos¹ de temperatura, radiação, umidade relativa do ar e precipitação, entre os anos de 2019 a 2023, foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel. O procedimento envolveu a aplicação da função MÉDIASE, que permite calcular a média de valores em um intervalo especificado, com base em um critério de seleção. A função foi particularmente útil para isolar e calcular a média dos indicadores para um ano específico dentro de uma série temporal contínua de medições.

A aplicação deste método permite uma análise precisa das condições climáticas ao longo de períodos específicos. A escolha do ano de 2019 como critério permitiu isolar as medições desse ano para uma avaliação detalhada da média anual de temperatura, contribuindo para o estudo de variações climáticas ao longo de múltiplos anos.

O método descrito provou ser eficaz para a extração da média anual de temperatura a partir de um grande conjunto de dados históricos, permitindo uma análise detalhada das variações de temperatura ao longo do tempo. A abordagem pode ser adaptada para outros parâmetros climáticos ou séries temporais, facilitando a análise de tendências ambientais em diferentes contextos.

¹ Para a climatologia geográfica, tempo é a sucessão de estado atmosféricos inferiores a 30 anos. Clima sucessão de estados atmosféricos analisados em intervalos iguais ou superiores a 30 anos.

4 RESULTADOS

Os dados meteorológicos são essenciais para a formulação de previsões precisas e são coletados por uma variedade de fontes e métodos que garantem a abrangência e a precisão das informações. O processo de coleta, processamento e utilização desses dados para prever o tempo e o clima envolve várias etapas e tecnologias. “Considera-se a climatologia geográfica brasileira a escola “criada” pelo professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, que semeou o ritmo do clima no país e que possui uma enorme contribuição para o estudo da climatologia brasileira” (Ogashawara, 2012, p.5). Para o autor, a coleta de dados meteorológicos é realizada por:

- a) Estações Meteorológicas: Estas são distribuídas em diversos pontos e coletam dados sobre temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade do vento, entre outros. Existem estações automáticas e manuais. As automáticas transmitem dados em tempo real, enquanto as estações manuais são operadas por técnicos que realizam medições periodicamente.
- b) Satélites Meteorológicos: Satélites em órbita terrestre fornecem imagens e informações sobre a atmosfera, nuvens, e a superfície da Terra. Eles são fundamentais para monitorar sistemas climáticos em grande escala, como frentes frias e ciclones.
- c) Radares Meteorológicos: Radares são utilizados para detectar precipitações (chuva, neve, granizo) e estimar a sua intensidade. Eles são especialmente úteis na previsão de eventos climáticos severos, como tempestades.
- d) Boias e Navios: No oceano, boias flutuantes e navios coletam dados sobre a temperatura da superfície do mar, pressão atmosférica e outras variáveis meteorológicas. Isso é crucial para a previsão de fenômenos como furacões e correntes marítimas.
- e) Aviões e Drones: Aeronaves comerciais e drones equipados com sensores meteorológicos coletam dados sobre a atmosfera em altitudes variadas, complementando as informações de superfície.

Os dados meteorológicos brutos precisam ser processados e analisados para serem úteis na previsão. Os dados meteorológicos coletados de diversas fontes são fundamentais para o entendimento e previsão do clima. O processamento dessas informações através de modelagem numérica e análise estatística permite a formulação de previsões em diferentes escalas de tempo, desde o curto prazo até projeções climáticas de longo prazo. Esse processo envolve:

- a) Modelagem numérica: os dados coletados são inseridos em modelos computacionais que simulam a atmosfera e os processos climáticos. Esses modelos matemáticos são baseados em equações físicas que descrevem o movimento do ar, a transferência de calor, a formação de nuvens e outros processos atmosféricos.
- b) Análise estatística: métodos estatísticos são aplicados para identificar padrões e tendências nos dados meteorológicos históricos. Isso ajuda a refinar as previsões e a entender variações sazonais ou anuais.
- c) Assimilação de dados: esta técnica envolve a integração de novos dados observacionais em modelos existentes para atualizar as previsões. É um processo contínuo que melhora a precisão das previsões à medida que novos dados são incorporados.

Previsão de curto prazo: baseia-se principalmente em observações recentes e em modelos numéricos de alta resolução. A previsão de curto prazo é mais precisa e é utilizada para prever fenômenos imediatos como tempestades ou nevoeiros.

Previsão de médio prazo (3 a 10 dias): envolve modelos numéricos que consideram a evolução dos sistemas atmosféricos. As previsões de médio prazo são úteis para planejamentos como eventos ao ar livre ou agricultura.

Previsão de longo prazo (Mais de 10 dias a meses ou anos): essas previsões são menos precisas e geralmente se baseiam em padrões climáticos maiores e cenários de mudanças climáticas também são utilizados para projeções de longo prazo.

O avanço contínuo em tecnologias de observação e modelagem tem permitido previsões cada vez mais precisas, contribuindo significativamente para a mitigação dos impactos de eventos climáticos extremos e para o planejamento de atividades humanas. Assim, a seguir veremos com base no SCU, as alterações climáticas de São Luís em três eixos. O primeiro deles é o Termodinâmico.

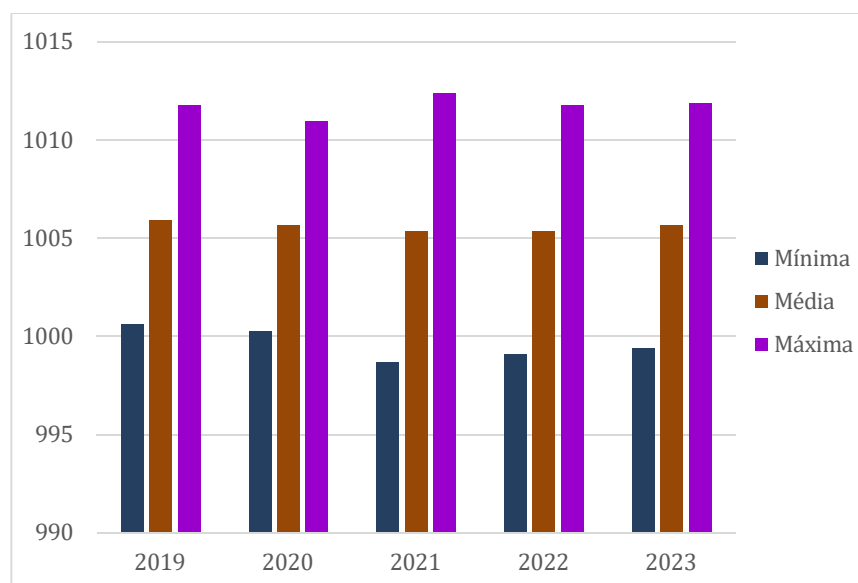
4.1 Termodinâmica

A termodinâmica é uma área da física que estuda as relações entre calor, trabalho, energia e as propriedades dos sistemas físicos. Ao aplicar a termodinâmica ao estudo do clima e dos fenômenos atmosféricos, consideramos como diferentes fatores interagem para criar as condições climáticas observadas em diferentes regiões e ao longo do tempo (Monteiro, 1969).

A análise contínua dos dados mensais de temperatura, umidade relativa do ar, padrões de vento e radiação solar recebida permite entender o "ritmo" do clima, como mencionado no texto original. Esse ritmo, essencial para a análise dinâmica do clima, é influenciado por

processos termodinâmicos que interligam esses elementos. Assim, a sucessão e a interação desses fatores ao longo do tempo revelam as dinâmicas complexas que moldam o clima em diferentes escalas geográficas e temporais, permitindo uma compreensão mais profunda dos fenômenos climáticos.

Gráfico 1 - Pressão atmosférica



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A pressão mínima ao nível da estação foi de 999,4 mB, a média situou-se em 1005,4 mB, e o valor máximo atingiu 1011,9 mB. Os dados de pressão atmosférica fornecem informações importantes sobre as condições meteorológicas e o comportamento climático de uma região ao longo do tempo. No caso de São Luís, os valores de pressão mínima (999,4 mB), média (1005,4 mB), e máxima (1011,9 mB) observados em um intervalo de 5 anos podem ser analisados para compreender melhor o clima local e as variações que ocorrem ao longo das estações.

Um valor de pressão relativamente baixo, como 999,4 mB, sugere a presença de sistemas de baixa pressão na região. Baixas pressões estão frequentemente associadas a condições meteorológicas instáveis, como nuvens espessas, chuvas e tempestades. Em São Luís, que possui um clima tropical, essa pressão mínima pode estar relacionada a períodos de chuvas intensas, típicos da estação chuvosa.

A pressão média de 1005,4 mB ao longo dos 5 anos indica um equilíbrio entre os períodos de baixa e alta pressão. Esse valor está dentro da faixa considerada normal para regiões de baixa latitude, como São Luís, e reflete um padrão climático consistente com as

características tropicais da cidade, marcada por uma estação chuvosa bem definida e uma estação seca.

Um valor de pressão máxima de 1011,9 mB indica a presença de sistemas de alta pressão, que geralmente trazem condições mais estáveis, com céu claro e pouca ou nenhuma precipitação. Em São Luís, esse tipo de pressão alta é mais comum durante a estação seca, quando a influência de massas de ar estáveis predomina, resultando em menos nuvens e temperaturas mais elevadas.

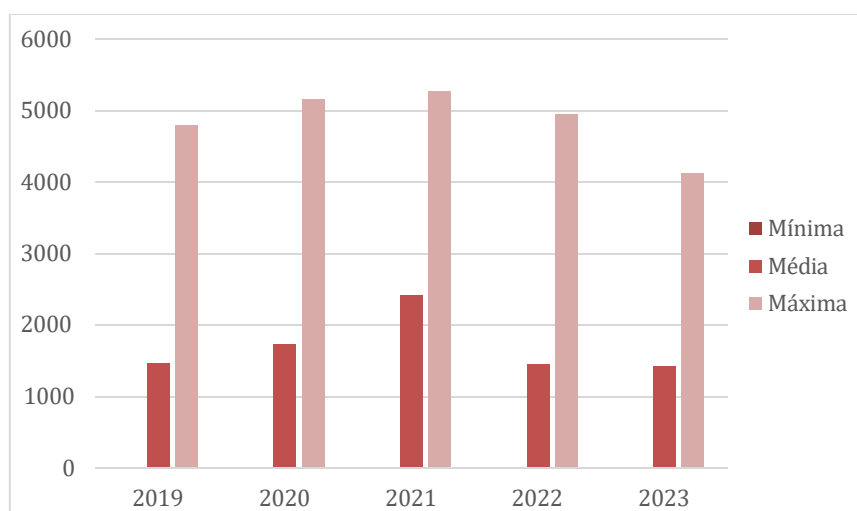
As variações de pressão refletem as transições sazonais entre o período chuvoso e o período seco. Em São Luís, as chuvas são mais intensas entre janeiro e junho, quando as pressões tendem a ser mais baixas. A estação seca, por sua vez, é caracterizada por pressões mais altas.

Conhecer as tendências de pressão atmosférica ajuda na previsão de condições meteorológicas em curto e médio prazo. Por exemplo, a persistência de baixas pressões pode indicar a aproximação de frentes frias ou sistemas de baixa pressão que trarão chuva.

Impactos no Cotidiano, como variações na pressão atmosférica afetam não só o clima, mas também aspectos do cotidiano, como a saúde humana (especialmente em pessoas sensíveis a mudanças bruscas de pressão) e atividades econômicas, como a agricultura, que depende do padrão de chuvas.

Em resumo, a análise dos dados de pressão atmosférica em São Luís ao longo de 5 anos fornece uma visão detalhada das condições climáticas da região, permitindo melhor compreensão e previsão dos padrões sazonais, além de ajudar a identificar possíveis mudanças climáticas ou anomalias.

Gráfico 2 - Radiação Solar



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os dados de radiação solar fornecidos — mínima de 0,00 kJ/m², média de 1413,9 kJ/m² e máxima de 4119,6 kJ/m² — são fundamentais para compreender o clima de São Luís, especialmente considerando um intervalo de 5 anos. A radiação solar influencia diretamente a temperatura, a evaporação, a formação de nuvens e, conseqüentemente, o padrão climático da região.

Radiação Mínima (0,00 kJ/m²) - esse valor indica que em algum momento não houve registro de radiação solar, o que pode ocorrer durante a noite ou em condições de céu completamente encoberto, como em tempestades intensas. Em São Luís, que possui uma estação chuvosa bem definida, esse valor mínimo pode estar relacionado a períodos de chuvas contínuas e céu totalmente nublado, típicos do primeiro semestre do ano.

Radiação Média (1413,9 kJ/m²) - a média de 1413,9 kJ/m² sugere uma quantidade significativa de radiação solar recebida diariamente, compatível com o clima tropical da cidade. Esse valor médio reflete a combinação de dias ensolarados e dias nublados ao longo do ano, influenciando diretamente a temperatura média da região e os padrões de evaporação e umidade.

Radiação Máxima (4119,6 kJ/m²) - o valor máximo de 4119,6 kJ/m² representa dias com céu claro e alta intensidade de radiação solar, o que geralmente ocorre durante a estação seca, quando há menos nuvens para bloquear a radiação. Em São Luís, isso pode estar relacionado aos meses entre julho e dezembro, quando a precipitação é reduzida e as temperaturas tendem a ser mais elevadas.

A radiação solar é a principal fonte de calor para a superfície terrestre. Em São Luís, a variação na radiação recebida influencia diretamente as temperaturas diárias e sazonais. Durante a estação seca, quando a radiação é mais intensa, as temperaturas aumentam, contribuindo para o clima quente da região.

A quantidade de radiação solar disponível afeta diretamente a fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento das plantas. Em São Luís, a variação sazonal da radiação solar influencia a produtividade agrícola e a vegetação natural, sendo essencial para o planejamento agrícola e a gestão de recursos naturais.

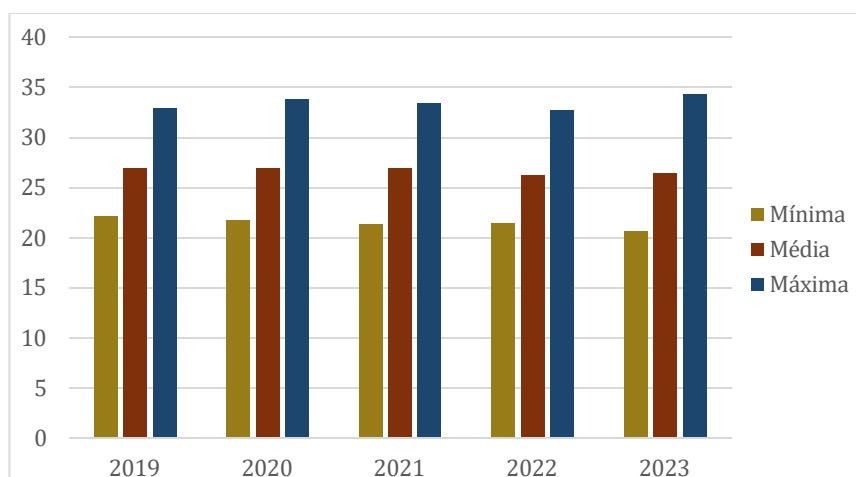
A radiação solar também desempenha um papel crucial no ciclo hidrológico, especialmente na evaporação. Níveis mais altos de radiação durante a estação seca aumentam a evaporação, o que pode levar à redução dos níveis de umidade e à formação de ilhas de calor, especialmente em áreas urbanas densamente construídas.

Ao analisar os dados de radiação solar ao longo de 5 anos, é possível identificar tendências e anomalias que podem indicar mudanças climáticas. Quando comparados os 5 anos

de análise, a radiação solar na capital maranhense apresenta uma elevação gradual, uma vez que os valores máximos mais baixos foram registrados nos anos de 2019 e 2020, e demonstram um acréscimo nos anos de 2022 e 2023. Flutuações na radiação recebida podem sinalizar mudanças no padrão de nebulosidade, o que impacta diretamente o clima local.

A radiação solar é um dos principais determinantes do clima de São Luís. A variação entre os valores mínimo, médio e máximo ao longo de 5 anos revela a dinâmica entre períodos de alta e baixa radiação, refletindo as estações chuvosa e seca da região. Entender esses padrões é essencial para prever o comportamento climático, planejar atividades econômicas e mitigar os impactos de fenômenos climáticos extremos, como secas e ondas de calor. Além disso, esses dados ajudam a monitorar possíveis mudanças no clima local, que podem ter amplas repercussões para o meio ambiente e a sociedade. Conforme ilustra gráfico 3.

Gráfico 3 - Temperatura do ar -bulbo seco



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os dados de temperatura fornecidos — mínima de 21°C, média de 26°C, e máxima de 35°C — são representativos do clima tropical úmido de São Luís, caracterizado por temperaturas relativamente altas e variações moderadas ao longo do ano. Analisar essas temperaturas ao longo de um intervalo de 5 anos oferece insights valiosos sobre o comportamento climático da cidade e suas implicações para o meio ambiente e a vida cotidiana.

Temperatura Mínima (21°C) - esse valor indica que mesmo nas noites mais frias, a temperatura em São Luís raramente cai abaixo de 20°C. Essa consistência em temperaturas mínimas elevadas é típica de regiões tropicais próximas ao nível do mar, onde a amplitude térmica diária é relativamente pequena. A temperatura mínima de 21°C sugere que a cidade

mantém um clima ameno mesmo durante a estação chuvosa, quando as temperaturas tendem a ser mais baixas devido à maior cobertura de nuvens e precipitação.

Temperatura Média (26°C) - a média de 26°C ao longo de 5 anos confirma o clima tropical da região, onde as temperaturas diárias permanecem elevadas o ano todo. Este valor médio reflete o equilíbrio entre os períodos mais quentes e os mais frescos ao longo do ano, sendo representativo da sensação térmica geral em São Luís. A temperatura média é crucial para o conforto térmico da população e influencia diretamente as atividades econômicas, como o turismo e a agricultura.

Temperatura Máxima (35°C): A temperatura máxima de 35°C indica os dias mais quentes em São Luís, que geralmente ocorrem durante a estação seca, quando a radiação solar é mais intensa e a umidade relativa do ar pode ser mais baixa. Essas altas temperaturas são comuns em cidades tropicais, especialmente em áreas urbanizadas, onde o fenômeno das ilhas de calor pode intensificar o calor.

Embora a temperatura máxima de 35°C seja esperada em climas tropicais como o de São Luís, sua frequência e intensidade podem justificar medidas de conscientização e preparação. A promoção de campanhas de conscientização social é essencial para minimizar os riscos à saúde, proteger a infraestrutura e preparar a comunidade para enfrentar os desafios relacionados ao calor extremo, especialmente em um cenário de possíveis mudanças climáticas.

Os dados reforçam a caracterização de São Luís como uma cidade de clima tropical úmido, com temperaturas elevadas ao longo de todo o ano e uma amplitude térmica relativamente baixa. Esse padrão climático influencia a vegetação, a fauna e as práticas agrícolas na região, favorecendo culturas típicas de climas quentes e úmidos.

As temperaturas elevadas, especialmente durante os períodos de maior calor (máxima de 35°C), podem ter impactos significativos na saúde da população, aumentando o risco de doenças relacionadas ao calor, como a desidratação e os golpes de calor. Além disso, o conforto térmico é uma preocupação em ambientes urbanos, onde o planejamento adequado pode mitigar os efeitos das altas temperaturas.

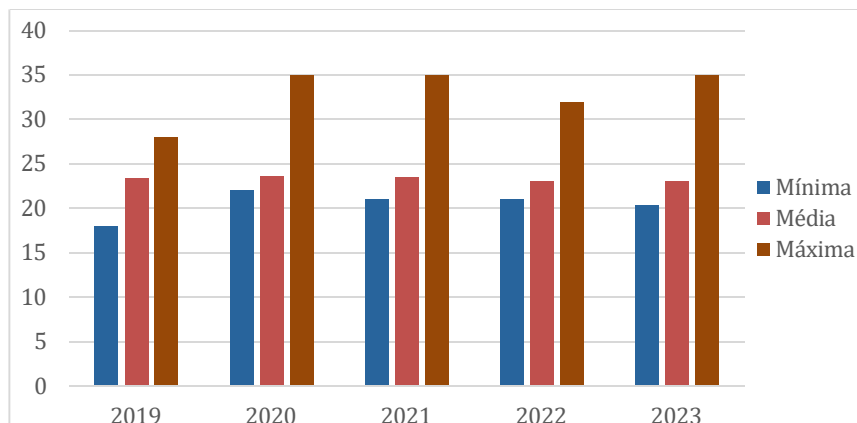
Planejamento Urbano - análise das temperaturas mínimas, médias e máximas ao longo de 5 anos é crucial para o planejamento urbano e a adaptação às mudanças climáticas. Por exemplo, a persistência de temperaturas elevadas pode levar ao aumento da demanda por energia elétrica para climatização, além de influenciar a gestão de recursos hídricos e a infraestrutura urbana.

Agricultura e Ecossistemas locais - a constância de temperaturas altas e a pequena variação entre os valores mínimo e máximo indicam um ambiente propício para culturas

tropicais. Entretanto, períodos de calor extremo podem afetar negativamente a produtividade agrícola, especialmente em culturas sensíveis à temperatura. Além disso, essas condições climáticas influenciam a dinâmica dos ecossistemas locais, afetando a biodiversidade e os ciclos biogeoquímicos.

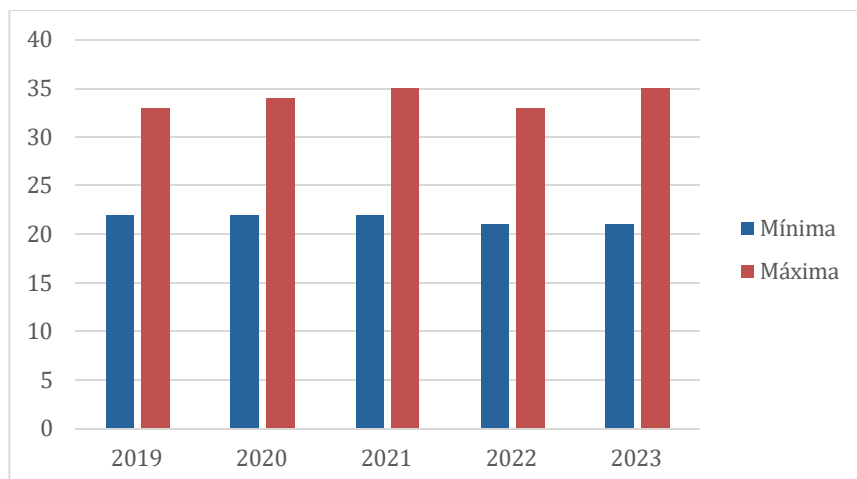
As temperaturas registradas em São Luís ao longo de 5 anos confirmam a presença de um clima tropical úmido, com variações moderadas entre os valores mínimo, médio e máximo. Esses dados são essenciais para entender a dinâmica climática da cidade, ajudando no planejamento de políticas públicas, na gestão de recursos naturais e na adaptação a possíveis mudanças climáticas. As temperaturas consistentemente elevadas também ressaltam a importância de estratégias de mitigação para reduzir os impactos do calor extremo na saúde pública, na economia e no meio ambiente local. O gráfico 4 registra esses pontos.

Gráfico 4 - Temperatura do ponto de orvalho



Fonte: dados da pesquisa, 2024

Gráfico 5 - Temperatura mínima e máxima na hora ant. (AUT) (°C)



Fonte: dados da pesquisa, 2024

A temperatura máxima de 35°C pode ser um sinal de alerta, especialmente se esse valor se tornar uma ocorrência frequente ou se houver tendência de aumento ao longo do tempo. Embora temperaturas elevadas sejam comuns em regiões tropicais como São Luís, existem algumas considerações que justificam a conscientização social e ações preventivas:

Risco à Saúde Pública – a exposição prolongada a temperaturas acima de 35°C pode levar a golpes de calor, uma condição perigosa que pode causar desidratação, fraqueza, confusão mental e até mesmo falhas orgânicas.

Doenças respiratórias e cardiovasculares - altas temperaturas podem agravar condições pré-existent, como asma, hipertensão e outras doenças respiratórias e cardiovasculares, especialmente em populações vulneráveis como crianças e idosos.

Desidratação - calor extremo aumenta a perda de líquidos corporais, elevando o risco de desidratação, especialmente entre aqueles que trabalham ao ar livre ou têm acesso limitado a água potável.

Impacto na Infraestrutura e serviços - aumento no consumo de energia - em dias de calor extremo, o uso de ar-condicionado e ventiladores pode sobrecarregar a rede elétrica, resultando em apagões ou aumento nos custos de energia.

Estresse na Infraestrutura Urbana - temperaturas altas podem danificar a infraestrutura urbana, como asfalto e sistemas de transporte, além de influenciar negativamente a qualidade de vida nas cidades, especialmente em áreas com pouca vegetação.

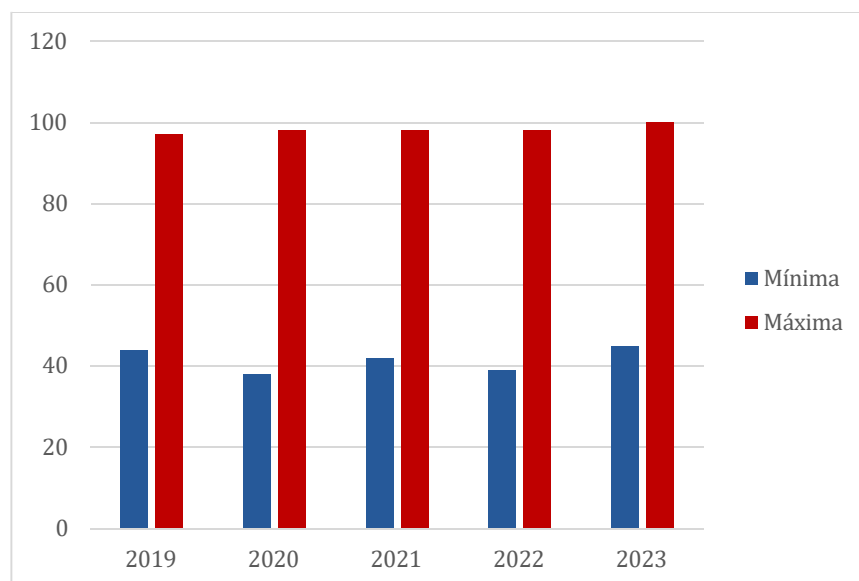
Agricultura e Segurança alimentar – impacto nas culturas agrícolas - calor extremo pode prejudicar a produtividade agrícola, afetando culturas sensíveis ao calor, como hortaliças e frutas, o que pode resultar em menor produção e aumento dos preços de alimentos.

Segurança Hídrica - a evaporação acelerada em dias quentes pode reduzir a disponibilidade de água para irrigação e outros usos, agravando problemas de segurança hídrica.

Mudanças Climáticas e Frequência de Eventos Extremos - se temperaturas de 35°C ou mais começarem a ocorrer com mais frequência, isso pode ser um indicador de mudanças climáticas locais ou globais. A conscientização sobre o aquecimento global e seus impactos pode motivar ações comunitárias e políticas voltadas para a mitigação e adaptação.

Embora a temperatura máxima de 35°C seja esperada em climas tropicais como o de São Luís, sua frequência e intensidade podem justificar medidas de conscientização e preparação. A promoção de campanhas de conscientização social é essencial para minimizar os riscos à saúde, proteger a infraestrutura e preparar a comunidade para enfrentar os desafios relacionados ao calor extremo, especialmente em um cenário de possíveis mudanças climáticas.

Gráfico 6 – Umidade relativa do ar (mínima e máxima)



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os dados de umidade relativa do ar fornecidos — mínima de 48%, média de 84%, e máxima de 100% — são característicos de um clima tropical úmido como o de São Luís. Esses valores desempenham um papel crucial na definição das condições climáticas da região e influenciam diretamente diversos aspectos ambientais e sociais. Analisar esses dados ao longo de um intervalo de 5 anos permite entender melhor a dinâmica do clima local e suas implicações.

A umidade mínima de 48% indica períodos em que o ar está relativamente seco para os padrões de São Luís. Isso provavelmente ocorre durante a estação seca, quando a precipitação é reduzida e a evaporação aumenta devido às altas temperaturas. Embora 48% ainda seja um nível de umidade razoavelmente confortável, ele pode ser baixo o suficiente para causar desconforto, especialmente para pessoas sensíveis a condições mais secas.

A umidade média de 84% reflete a característica predominante do clima de São Luís, que é marcado por alta umidade ao longo do ano. Esse valor indica uma atmosfera geralmente úmida, que contribui para a sensação de calor abafado, comum em regiões tropicais. A alta umidade relativa também favorece a formação de nuvens e precipitação, especialmente durante a estação chuvosa.

A umidade relativa de 100% representa saturação do ar, condição em que ele não pode conter mais vapor de água, resultando em formação de orvalho, nevoeiro ou precipitação. Esse valor é comum durante as madrugadas e em períodos de chuvas intensas, que são frequentes na estação chuvosa de São Luís.

A alta umidade média e os picos de 100% indicam uma forte correlação com a alta precipitação durante a estação chuvosa (geralmente entre janeiro e junho). A umidade elevada é essencial para a formação de nuvens e chuvas, que são vitais para a manutenção dos ecossistemas locais e para o abastecimento hídrico da região.

Uma umidade média de 84%, combinada com temperaturas elevadas, pode aumentar a sensação térmica, fazendo com que os dias quentes pareçam ainda mais desconfortáveis. Isso é especialmente relevante em São Luís, onde as temperaturas altas e a umidade elevada são uma combinação constante.

Níveis de umidade elevados podem dificultar a regulação da temperatura corporal, aumentando o risco de estresse térmico, especialmente durante períodos de calor intenso. alta umidade relativa favorece o crescimento da vegetação tropical, pois reduz a evapotranspiração das plantas e mantém o solo úmido por mais tempo. Isso é positivo para as culturas agrícolas típicas da região, que dependem de umidade constante.

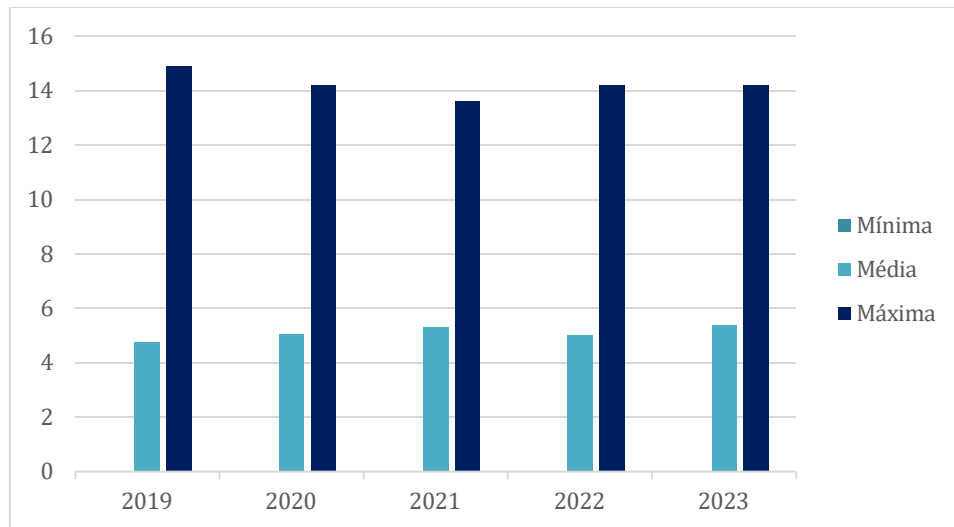
No entanto, umidade excessiva (como os valores próximos a 100%) pode aumentar o risco de doenças fúngicas nas plantas e dificultar a colheita e armazenamento de grãos e outros produtos agrícolas.

Analisar a umidade ao longo de 5 anos ajuda a identificar possíveis tendências de mudança climática, como o aumento da frequência de secas ou mudanças nos padrões de precipitação. Nos anos anteriores a 2023, a umidade relativa do ar sofreu uma variação entre 82% e 84%, com máximas atingindo 100% durante as madrugadas na estação chuvosa. No ano de 2020, registrou-se um valor médio de 82%, considerado ligeiramente inferior porém seguido de um aumento dos níveis nos anos seguintes, acarretando na umidade média elevada de 2023. Variações significativas na umidade mínima ou máxima podem sinalizar alterações no ciclo hidrológico ou na circulação atmosférica da região.

Compreender as variações de umidade é crucial para planejar medidas de adaptação às mudanças climáticas, como o desenvolvimento de sistemas de irrigação mais eficientes ou a criação de políticas para proteger a saúde pública durante eventos climáticos extremos.

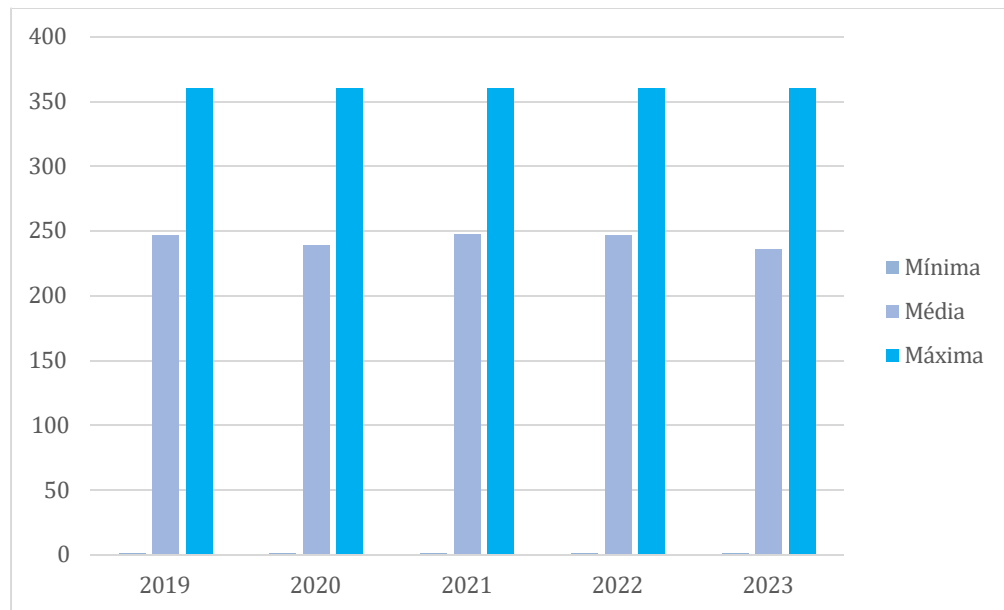
Os dados de umidade relativa do ar em São Luís ao longo de 5 anos indicam um clima predominantemente úmido, com variações sazonais que refletem as transições entre a estação chuvosa e a seca. A umidade média elevada e os picos de 100% são típicos de regiões tropicais úmidas e influenciam fortemente o conforto térmico, a saúde pública, a agricultura e a biodiversidade local. Monitorar e entender essas variações é essencial para o planejamento urbano, a gestão de recursos naturais e a adaptação às mudanças climáticas que possam afetar a região no futuro.

Gráfico 7 - Vento, rajada máxima (m/s)



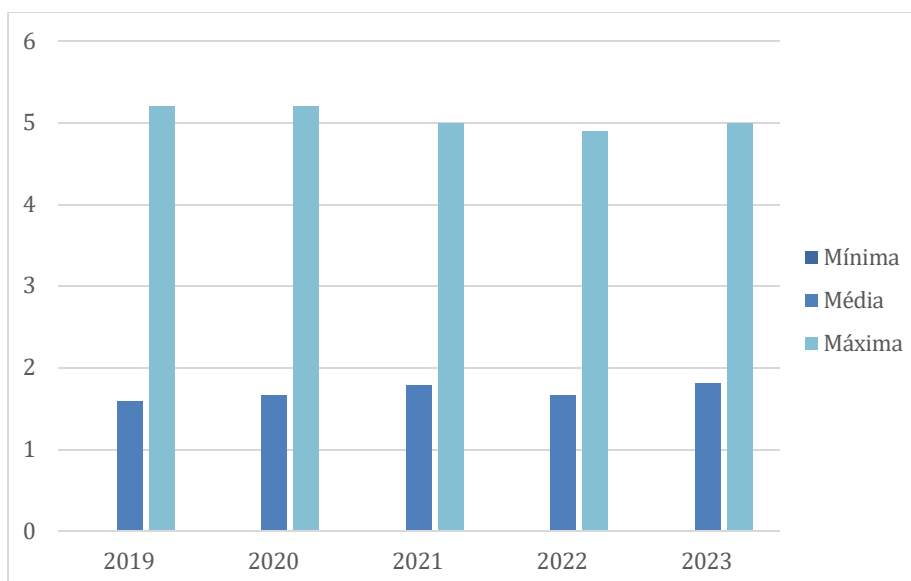
Fonte: dados da pesquisa, 2024

Gráfico 8 – Vento, direção horaria (°gr)



Fonte: dados da pesquisa, 2024

Gráfico 9 – Vento, velocidade horaria (m/s)



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os dados de velocidade do vento — mínima de 1,8 m/s, média de 5,4 m/s e máxima de 14,2 m/s — são significativos para entender a dinâmica climática de São Luís, especialmente quando analisados ao longo de um intervalo de 5 anos. A velocidade do vento desempenha um papel crucial na regulação da temperatura, na dispersão de poluentes, no transporte de umidade e na influência sobre atividades humanas e naturais.

Uma velocidade mínima de 1,8 m/s indica momentos de calma relativa, que são comuns em períodos de alta pressão atmosférica ou durante a noite, quando a diferença de temperatura entre a terra e o mar diminui. Embora 1,8 m/s seja ainda uma leve brisa, é próximo das condições de vento fraco, o que pode resultar em menor ventilação e sensação de abafamento, especialmente em áreas urbanas densamente construídas.

A média de 5,4 m/s sugere que São Luís experimenta uma ventilação constante, o que é típico de regiões costeiras, onde os ventos alísios predominam. Esta ventilação ajuda a moderar as temperaturas, dispersar poluentes e trazer alívio em dias quentes. A velocidade média de vento é importante para manter o equilíbrio térmico e reduzir os efeitos de ilhas de calor nas áreas urbanas.

A velocidade máxima de 14,2 m/s (aproximadamente 51 km/h) indica a presença de ventos fortes, que podem ocorrer durante tempestades, frentes frias ou outras condições meteorológicas adversas. Esses ventos podem causar impactos significativos, como a queda de árvores, danos em estruturas e interrupções no fornecimento de energia, além de influenciar o transporte marítimo e aéreo.

Ventos constantes ajudam a regular as temperaturas em São Luís, especialmente durante o dia. A velocidade média de 5,4 m/s favorece a dissipação do calor acumulado, especialmente em áreas urbanas, e reduz a sensação de calor extremo. Isso é crucial em um clima tropical, onde o calor pode ser intenso, e a circulação de ar ajuda a tornar o ambiente mais habitável.

A presença de ventos facilita a distribuição da umidade na atmosfera, promovendo a formação de nuvens e contribuindo para os padrões de precipitação, especialmente durante a estação chuvosa. Além disso, ventos moderados ajudam a dispersar poluentes atmosféricos, melhorando a qualidade do ar, especialmente em áreas urbanas e industriais.

Como São Luís é uma cidade costeira, a velocidade do vento é um fator crucial para a navegação e as atividades pesqueiras. Ventos fortes podem dificultar a navegação, mas também são essenciais para a prática de esportes aquáticos e atividades relacionadas ao turismo.

A presença de ventos constantes com média de 5,4 m/s e picos mais elevados sugere potencial para a geração de energia eólica, que pode ser explorada como uma fonte de energia renovável na região.

A ocorrência de ventos fortes (14,2 m/s) pode ser um sinal de alerta para tempestades ou frentes frias. Monitorar esses eventos é essencial para a preparação e a mitigação de seus impactos, como evacuações preventivas, reforço de estruturas e planejamento de emergências.

Em uma cidade costeira como São Luís, a velocidade do vento influencia a erosão das praias e pode afetar a proteção natural contramarés e tempestades. Estratégias de gestão costeira devem considerar esses fatores para preservar a linha costeira e as comunidades adjacentes.

Os dados de velocidade do vento em São Luís ao longo de 5 anos mostram um padrão de ventilação consistente, com variações que refletem a influência do clima tropical e da proximidade com o oceano. A ventilação média de 5,4 m/s desempenha um papel crucial na moderação do clima, dispersão de poluentes e regulação da umidade. Entretanto, os picos de vento forte indicam a necessidade de preparação para eventos climáticos extremos que possam impactar a infraestrutura e as atividades econômicas. Compreender e monitorar esses padrões de vento é fundamental para a adaptação climática, a segurança pública e o desenvolvimento sustentável da região.

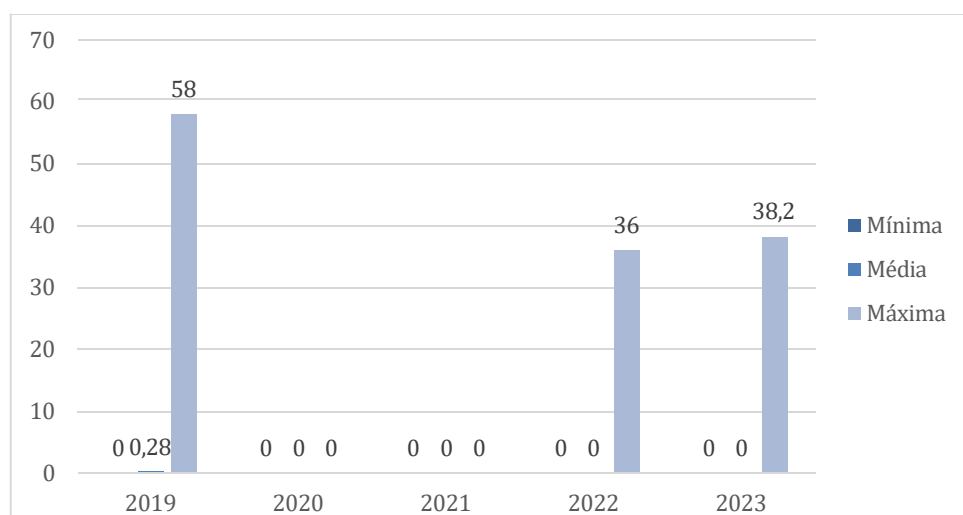
4.2 Hidrometeorico

O termo fator hidrometeorológico (ou fator hidrometeorológico) refere-se aos fenômenos atmosféricos que envolvem água no estado líquido ou sólido e que afetam diretamente o clima e as condições meteorológicas de uma região. Esses fatores incluem

diversos processos e elementos que têm a ver com a presença e o movimento da água na atmosfera, como chuva, neve, granizo, nevoeiro, umidade, evaporação, entre outros.

Os fatores hidrometeorológicos são essenciais para entender e prever o clima, pois influenciam diretamente a disponibilidade de água, a agricultura, a biodiversidade, a saúde humana e as atividades econômicas. Monitorar esses fatores é crucial para a gestão de recursos hídricos, a previsão de desastres naturais (como enchentes e secas) e a adaptação às mudanças climáticas. O gráfico a seguir demonstra como esse indicador se comportou ao longo de cinco anos.

Gráfico 10 - Precipitação total



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os dados de precipitação fornecidos — mínima de 0,00 mm, média de 38,2 mm e máxima de 142,2 mm — são representativos de um clima tropical como o de São Luís, onde a precipitação pode variar significativamente ao longo do ano, especialmente entre as estações seca e chuvosa. Esses valores fornecem insights importantes sobre a dinâmica hídrica da região e suas implicações climáticas e ambientais ao longo de um intervalo de 5 anos.

Períodos de Estiagem – a precipitação mínima de 0,00 mm indica a ocorrência de dias ou períodos sem chuva, tipicamente durante a estação seca de São Luís, que ocorre entre os meses de julho e dezembro. Esses períodos de estiagem são normais e refletem a sazonalidade característica do clima tropical. No entanto, a duração e a intensidade dessas secas podem variar e ter impactos significativos na agricultura e no abastecimento de água.

Indicador de Sazonalidade - a média de 38,2 mm sugere que São Luís recebe uma quantidade significativa de chuva, especialmente durante a estação chuvosa, que vai de janeiro a junho. Esse valor médio é crucial para a manutenção dos recursos hídricos, recarga de aquíferos e suporte à biodiversidade local. No entanto, a distribuição da precipitação ao longo dos meses é um fator importante a ser considerado, pois chuvas concentradas em poucos dias podem ter impactos diferentes de chuvas mais bem distribuídas.

Chuvas Intensas - o valor máximo de 142,2 mm indica a ocorrência de eventos de chuva intensa, que podem estar associados a tempestades tropicais ou frentes frias. Esses eventos de precipitação extrema são comuns na estação chuvosa e podem causar enchentes, deslizamentos de terra e alagamentos em áreas urbanas. A capacidade de drenagem das cidades e a preparação para esses eventos são fundamentais para mitigar seus impactos.

Ao analisar o quinquênio, nota-se uma variância no volume total anual das chuvas. Em 2019 e 2022, houve uma precipitação mais intensa, com média próxima a 37,5 mm e 38,9 mm, respectivamente, com chuvas concentradas na estação chuvosa. Em 2020, houve um decréscimo (36mm), seguido de uma recuperação nos anos seguintes, 2021 e 2023, mantiveram volumes mais elevados, reafirmando a variação anual nas chuvas característica do clima ludovicense.

A precipitação média e máxima desempenha um papel crucial na recarga dos recursos hídricos da região. Manter um equilíbrio entre as chuvas durante o ano é essencial para garantir a disponibilidade de água durante os períodos de seca. A análise desses dados ao longo de 5 anos pode indicar tendências de mudanças no regime de chuvas, que podem afetar o abastecimento de água para a população e a agricultura.

A agricultura em São Luís depende fortemente das chuvas para o cultivo de alimentos. Períodos de precipitação intensa (como o máximo de 142,2 mm) podem causar encharcamento

do solo, dificultando o plantio e a colheita. Por outro lado, períodos de seca prolongada (precipitação mínima de 0,00 mm) podem prejudicar o desenvolvimento das culturas. Monitorar esses padrões ao longo de 5 anos ajuda a planejar e adaptar as práticas agrícolas para garantir a produtividade.

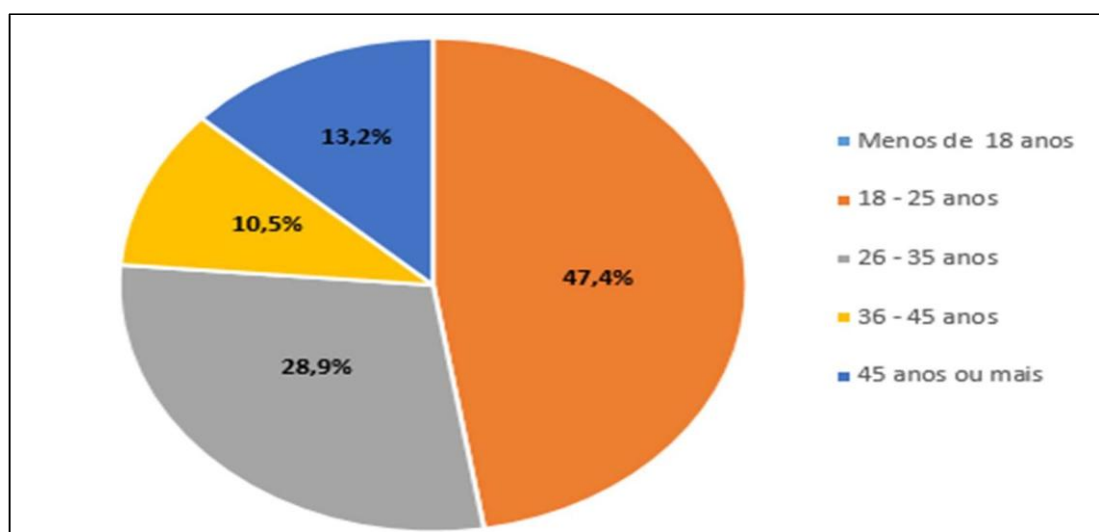
Chuvas intensas, como a registrada no valor máximo, podem causar enchentes e alagamentos, especialmente em áreas urbanas com infraestrutura inadequada de drenagem. Isso representa um risco significativo para a população, especialmente em comunidades vulneráveis (Silva e Mendes, 2020). Monitorar a frequência e intensidade dessas chuvas ao longo dos anos é vital para o planejamento urbano e a implementação de sistemas de alerta precoce e mitigação de desastres. Os dados de precipitação para São Luís ao longo de um período de 5 anos destacam a importância de compreender e monitorar a variabilidade das chuvas na região.

A precipitação mínima, média e máxima reflete a sazonalidade climática e os desafios associados, como períodos de seca, chuvas intensas e seus impactos subsequentes. Esses dados são fundamentais para o planejamento urbano, a gestão de recursos hídricos, a agricultura e a adaptação às possíveis mudanças climáticas, assegurando que a cidade e a região estejam preparadas para enfrentar os desafios futuros.

4.3 Dados da pesquisa de campo

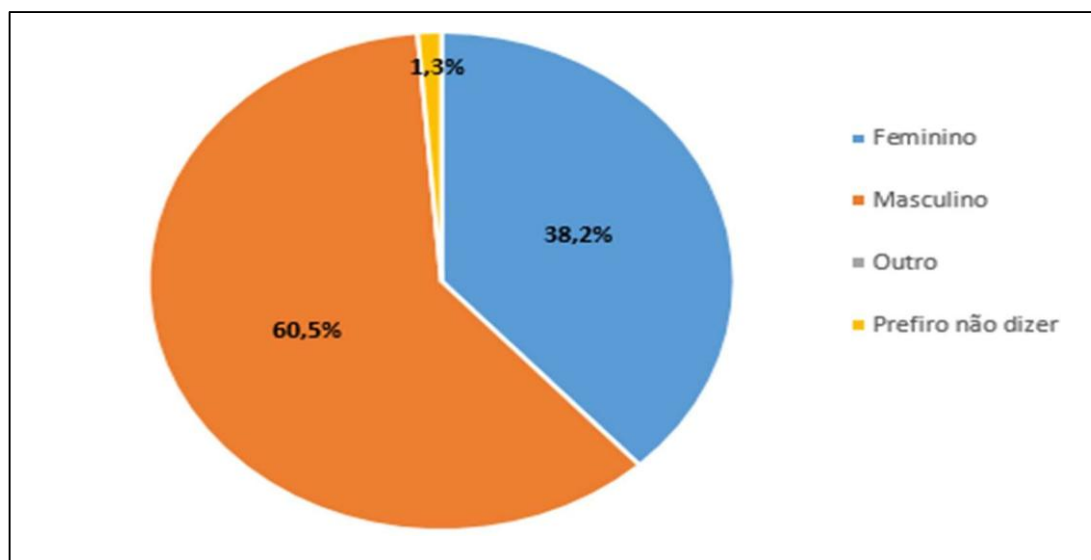
Ao realizar a pesquisa foi coletado respostas de 76 pessoas. Os dados a seguir, registram a caracterização do público alvo (perguntas de número 1 e 2). Sendo em sua maioria, pessoas entre a idade de 18 e 25 anos, sendo um público predominantemente masculino, conforme ilustra imagem 2.

Gráfico 11 - Qual é a sua idade?



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

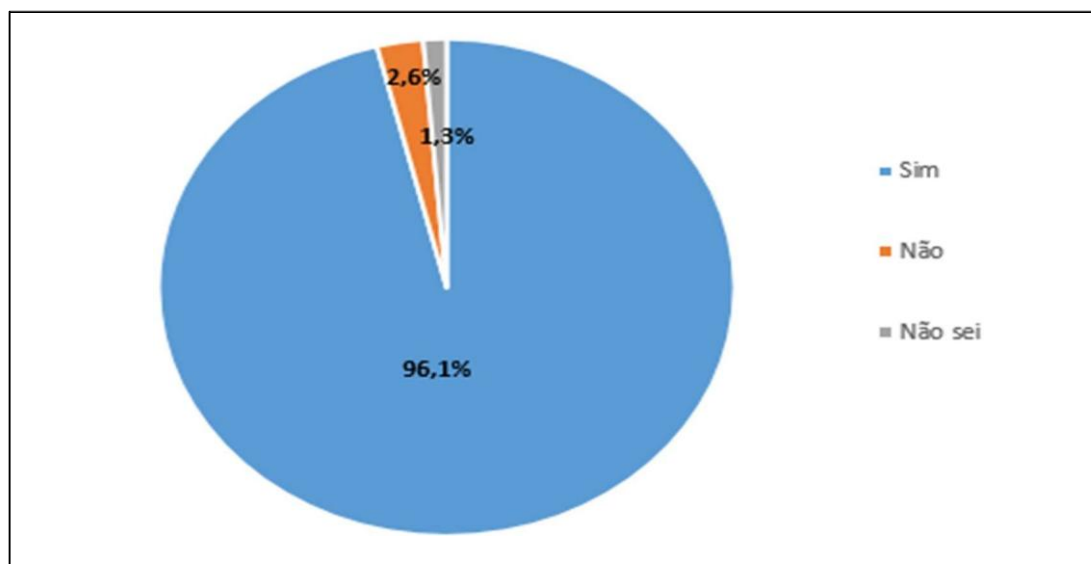
Gráfico 12 - Qual é o seu gênero?



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Quando questionados (pergunta de número 3) sobre o percebimento de mudanças significativas em São Luís, 96,1% responderam que sim.

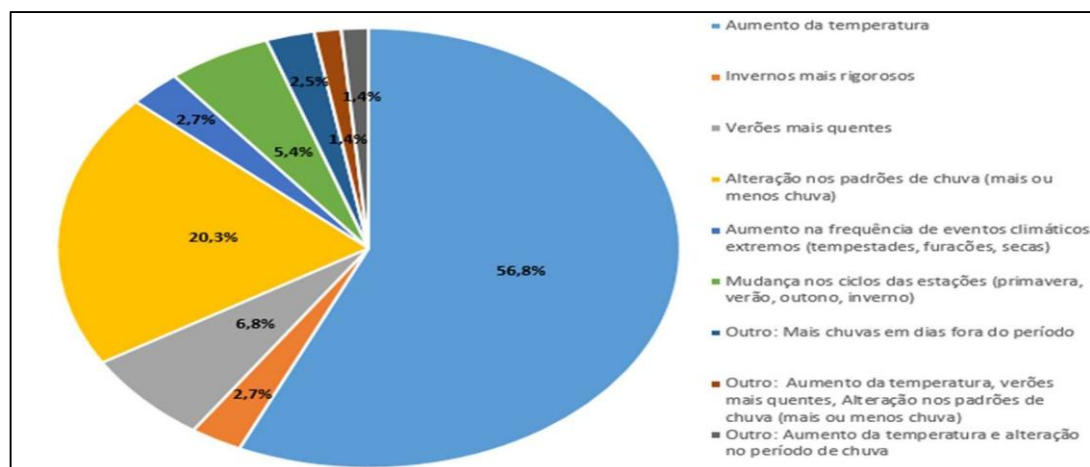
Gráfico 13 - Nos últimos 5 anos, você notou alguma mudança significativa no clima de São Luís?



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A maioria das pessoas estão apercebidas quanto às alterações climáticas ocorridas nos últimos cinco anos em São Luís. Das 76 pessoas respondentes, 2,6% disseram não ter percebido mudança significativa e 1,3% não sabem.

Gráfico 14 - Se sim, quais mudanças você notou? (Marque todas que se aplicam)

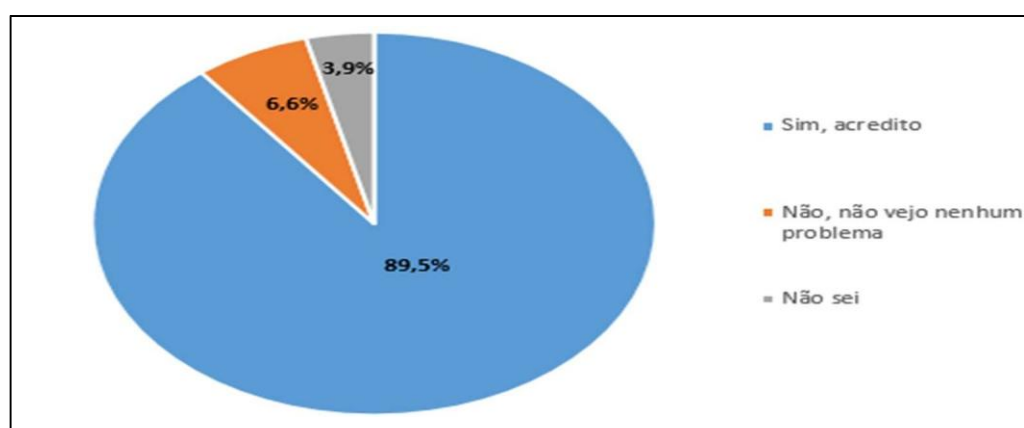


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A ilustração (pergunta de número 4) demonstra que a maioria notou o aumento da temperatura (corresponde a 56,8% das respostas). Em segundo lugar na escala de maior número de marcação, foi a opção de que notaram significativamente uma alteração nos padrões de chuva (corresponde a 20,3% das respostas).

As demais respostas variam entre as opções de chuvas fora do período habitual, invernos mais rigorosos (2,7% das respostas), verões mais quentes (6,8% das respostas), aumento da frequência de eventos climáticos (2,7% das respostas), mudança nos ciclos das estações (5,4% das respostas).

Gráfico 15 - Você acredita que sua ação pode provocar mudanças climáticas?

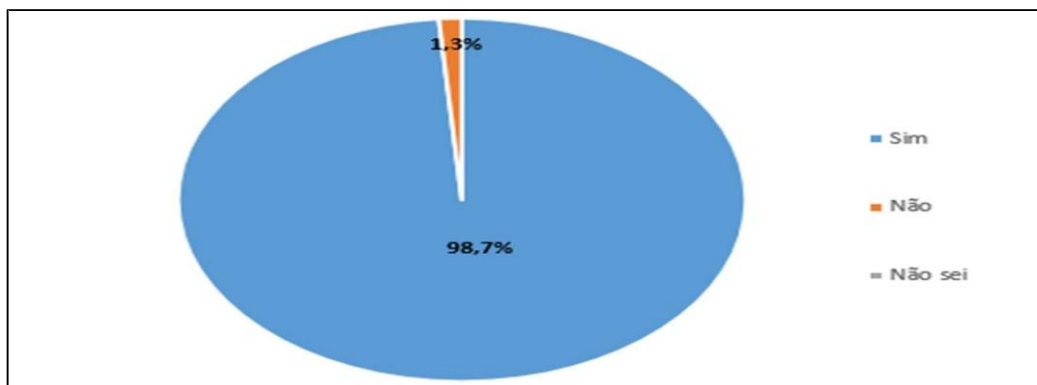


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Uma quantidade representativa dos respondentes (89,5%) acredita que suas ações podem provocar mudança climática. A crença de que as ações individuais podem provocar mudanças climáticas, expressa por 89,5% dos respondentes, reflete uma percepção significativa

sobre a responsabilidade pessoal e o impacto das atividades cotidianas no meio ambiente. Essa percepção pode ter várias implicações e reflexões.

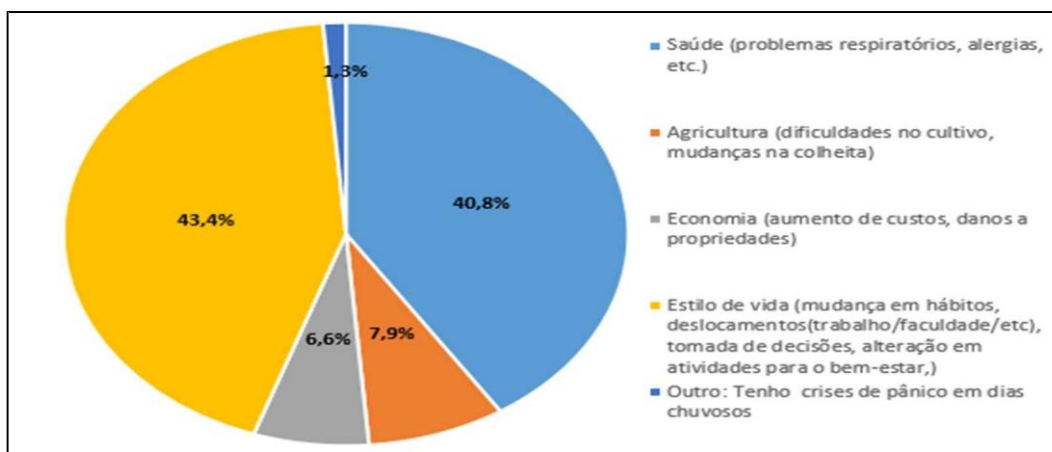
Gráfico 16 - Você sente que as mudanças climáticas afetaram sua vida de alguma forma?



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

À questão 6, 98,7% sentem que as mudanças climáticas afetaram suas vidas, tal percepção reflete a experiência direta e indireta das mudanças climáticas no cotidiano das pessoas.

Gráfico 17 - Se sim, como as mudanças climáticas afetaram sua vida? (Marque todas que se aplicam)

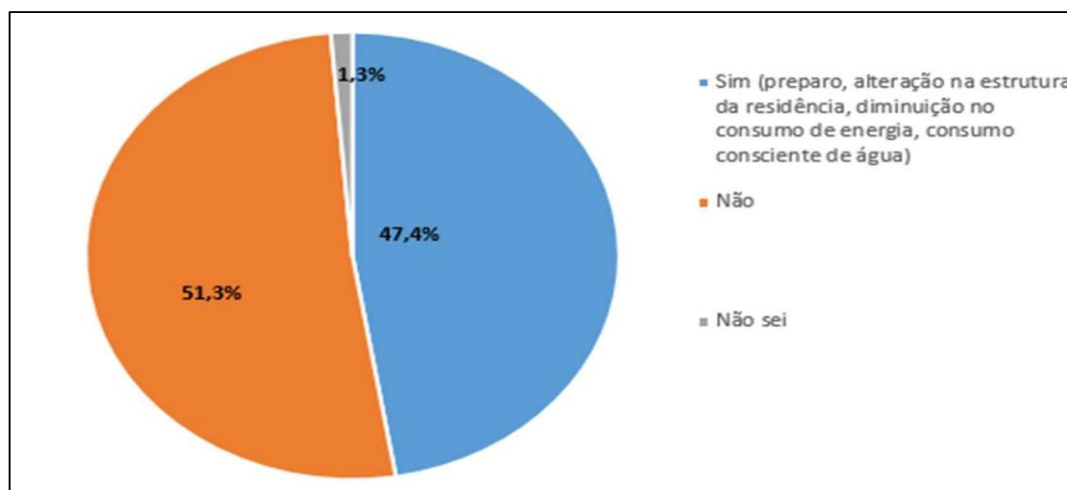


Fonte: dados da pesquisa, 2024

Conforme a ilustração 7, dentre os fatores que afetam a vida dos respondentes estão estilos de vida (hábitos, deslocamentos para o trabalho, faculdade, atividade de lazer e bem-estar, tomadas de decisões) (43,4% das respostas). As mudanças climáticas afetaram a saúde

(40,8% das respostas), agricultura, cultivo e colheita (7,9% das respostas), economia (6,6% das respostas), problemas de ordem psicológica (1,3% das respostas).

Gráfico 18 - Você tomou alguma medida para se adaptar ou reduzir os efeitos das mudanças climáticas?



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

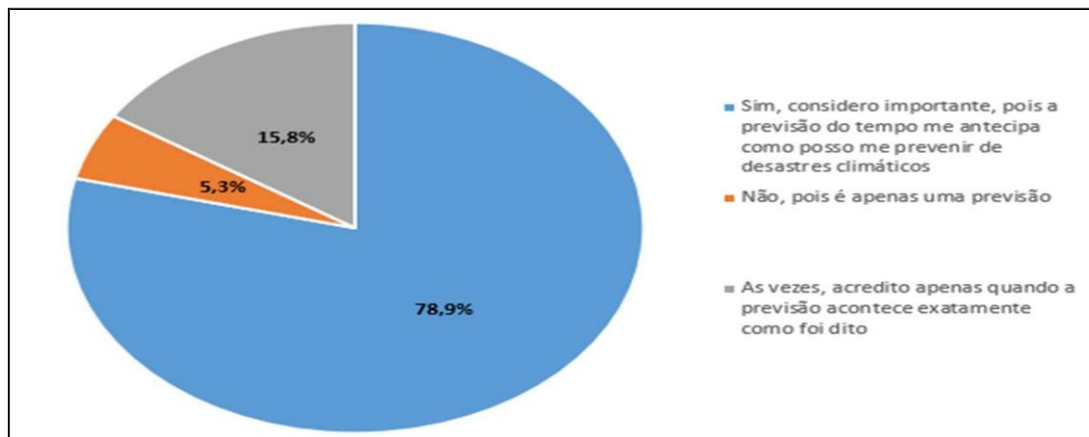
Quando questionados sobre as medidas de adaptação ou redução dos efeitos de mudanças climáticas 47,7% das pessoas responderam que se preparam na adaptação das estruturas de suas residências, fazem arranjos para diminuição do consumo de energia e fazem uso consciente de água.

Em contrapartida 51,3 não sabem. A falta de conhecimento sobre medidas de adaptação e redução dos efeitos das mudanças climáticas, observada em 51,3% das pessoas que não sabem como se preparar, pode ser atribuída a várias razões. Entender essas razões é crucial para desenvolver estratégias eficazes de conscientização e engajamento.

Muitas pessoas podem não estar familiarizadas com os conceitos básicos de mudanças climáticas e suas implicações, o que dificulta a compreensão de medidas de adaptação e mitigação. A falta de programas educacionais eficazes e acessíveis sobre mudanças climáticas nas escolas e comunidades pode deixar lacunas no conhecimento da população.

Algumas pessoas podem ter acesso limitado a fontes confiáveis de informação sobre mudanças climáticas, como mídia, internet ou organizações ambientais, o que restringe seu conhecimento sobre como se adaptar. A informação disponível pode não estar acessível em todas as línguas ou formatos, e pessoas sem acesso a tecnologias modernas podem ter dificuldade em encontrar informações relevantes ou fatores de ordem financeira, desinteresse, apatia, etc.

Gráfico 19 - Baseado nas suas respostas, você acredita que a previsão do tempo é importante no seu cotidiano?

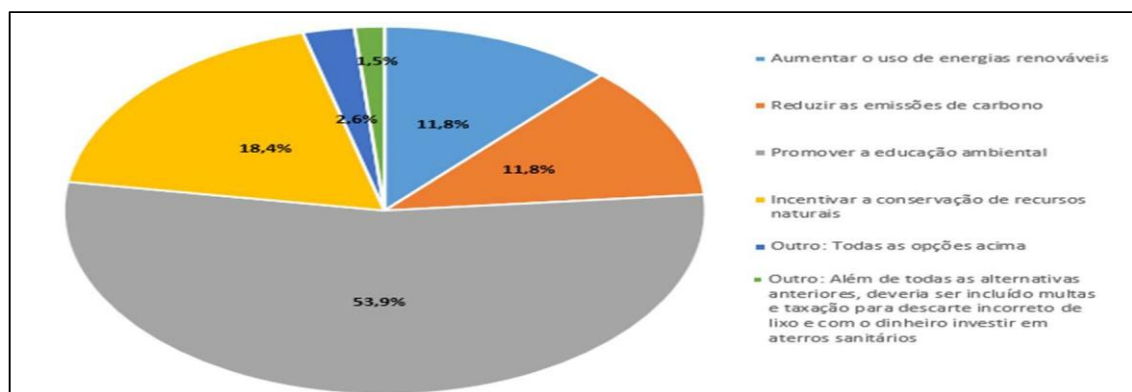


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Em resposta a questão 9, 78,9% afirmaram que consideram a previsão do tempo importante para o cotidiano. Por outro lado, 15,8% acredita na previsão apenas quando acontece. E 5,3% não acreditam em sua relevância para o dia a dia. A variação nas percepções sobre a importância da previsão do tempo, com 78,9% considerando-a importante para o cotidiano, 15,8% acreditando nela apenas quando eventos extremos ocorrem, e 5,3% não acreditando em sua relevância, reflete diferentes níveis de confiança e utilidade percebida nas previsões meteorológicas.

Esses dados indicam distintos níveis de credibilidade atribuídos às informações meteorológicas. Refletem diferentes níveis de confiança e relevância atribuídos à previsão do tempo, com a maioria valorizando-a como parte do cotidiano, enquanto uma parcela menor só a considera em situações específicas, e uma minoria demonstra ceticismo quanto à sua utilidade. Isso evidencia percepções variadas sobre sua importância prática.

Gráfico 20 - O que você acha que deveria ser feito para combater as mudanças climáticas?



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A questão 10, demonstra que alta porcentagem (53,9%) de pessoas que consideram a educação ambiental uma ferramenta para promover a reflexão e efeitos práticos positivos em benefício ao meio ambiente. No entanto, há diversidade de opiniões, com 11,8% acreditam que é necessário reduzir a emissão de poluentes e implementar multas e taxaço, 18,4% acreditam que é necessário conservar os recursos naturais, 2,6% acreditam na relevância de todas as opções como forma de combater mudanças climáticas. Comunicação sobre sua importância. Compreender essas diferentes perspectivas pode ajudar a aprimorar a forma como as previsões meteorológicas são apresentadas e integradas no cotidiano das pessoas, aumentando sua eficácia e aceitação

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variações climáticas observadas ao longo dos últimos cinco anos em São Luís – MA destacam a importância de monitorar e compreender melhor os fatores que impactam nosso cotidiano. A percepção de 98,7% dos participantes de que as mudanças climáticas já afetam diretamente suas vidas ilustra a necessidade de repensar e, como percebido por 78,9% dos respondentes, adotar o fortalecimento da educação climática. A temperatura máxima de 35°C, o aumento do desconforto térmico, e os períodos de chuva intensa, por exemplo, são sinais de alerta que, se recorrentes, podem trazer consequências graves para a saúde pública, a segurança hídrica e o sistema de energia.

Ainda que a maioria dos respondentes indiquem como importante a disseminação da educação ambiental, há uma lacuna de conhecimento, como evidenciado por 51,3% dos participantes que desconhecem medidas para adaptação, ressaltam a necessidade do desenvolvimento de mais trabalhos na área de climatologia e campanhas educativas contínuas

Portanto, para enfrentar e adaptar-se a estes desafios, recomenda-se, sobre:

- a) Educação e Cuidados com a Saúde: campanhas de conscientização podem educar a população sobre a importância de se proteger durante dias de calor extremo, incentivando a ingestão de líquidos, uso de roupas leves e evitar a exposição solar nos horários de pico;
- b) Medidas de Adaptação Urbana: promover o plantio de árvores, criação de áreas verdes e melhorias no design urbano para reduzir as ilhas de calor e proporcionar áreas de sombra e resfriamento;
- c) Preparação e Resposta a Emergências: as autoridades podem desenvolver e divulgar planos de resposta a emergências relacionadas ao calor, como abrir centros de resfriamento em dias extremamente quentes ou fornecer assistência para populações vulneráveis;
- d) Por fim, futuramente, a consolidação de um banco de dados, em nuvem poderá auxiliar em estudos no município supracitado, bem como a propagação dos resultados obtidos para a população, afim de sensibilizá-los quanto as ações antrópicas no meio em que habitam.

REFERÊNCIAS

- AB’SÁBER, Aziz Nacib. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 7. ed. São Paulo: Ateliê, 2012. 159 p.
- AGROTOOLS. **A agrometeorologia: entenda a importância dos dados climáticos para a produtividade no campo**. Disponível em: <https://agrottools.com.br/blog/tecnologia-big-data/agrometeorologia>. Acessado em: 09. ago. 2023.
- AMBRIZZI, Tércio. Variabilidade e mudança no clima: passado, presente e futuro. In: CORTESE, Tatiana Tucunduva P.; NATALINI, Gilberto (orgs.). **Mudanças climáticas: do global ao local**. Barueri: Manole, 2014. p. 01-38.
- ARAUJO, Marcos Gabriel Pereira. **Aplicação de técnicas de mineração de dados para análise climática no estado do Tocantins**. 2021.
- BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Clima e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 47-109.
- CLARK, David. **Introdução à geografia urbana**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 286 p.
- DREW, David. **Processos interativos homem – meio ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2002. 206 p.
- HARVEY, David. **A justiça social e a cidade**. São Paulo: HUCITEC, 1980. p. 131-166. 14.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Análise rítmica em Climatologia. **Climatologia**, São Paulo, n. 1, 1971. 21 p.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. Climatologia, n. 1, 1971, p. 1-21. Disponível em: https://biblio.fflch.usp.br/Monteiro_CAF_17_1349819_AnaliseRitmicaEmClimatologia.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976. 181 p.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco (orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 09-67.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A climatologia geográfica no Brasil e a proposta de um novo paradigma. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. p. 61-153.
- MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia: pequena história crítica**. 21. ed. São Paulo: Annablume, 2007. 152 p.

OGASHAWARA, Igor. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, Barra do Garças-MT. v. 2, n. 2, p. 57 – 72, ago./dez., 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/uuu/Downloads/Dialnet-AnaliseRitmicaEAClimatologiaGeograficaBrasileira-4248659.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2024.

SAMPAIO, Gilvan; MARENGO, José; NOBRE, Carlos. A atmosfera e as mudanças climáticas. *In*: BUCKERIDGE, Marco S. (org.). **Biologia & mudanças climáticas no Brasil**. São Carlos: RIMA, 2008. p. 05-28.

SANT'ANNA NETO, João Lima. A climatologia geográfica no Brasil: origem e contexto histórico. *In*: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; SANT'ANNA NETO, João Lima; MONTEIRO, Ana (orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. p. 11-73.

SENSIX. **A importância dos avanços tecnológicos da meteorologia para a agricultura**. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/a-importancia-dos-avancos-tecnologicos-da-meteorologia-para-a-agricultura/>. Acesso em: 11 ago. 2023.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Campinas: Alínea, 2013.

SILVA, A. S.; MENDES, P. C. **Clima urbano: análise do campo termo-higrométrico em episódios de inverno e primavera em Ituiutaba-MG**. GeoUECE (online), v. 9, n. 17, p. 129-151, jul./dez., 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/2808>. Acesso em: 18 jun. 2024.

APÊNDICE A - FORMULÁRIO DE PESQUISA

01. Qual é a sua idade? (CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO ALVO)

- Menos de 18 anos
- 18-25 anos
- 26-35 anos
- 36-45 anos
- 46anos ou mais

02. Qual é o seu gênero? (CARACTERIZAÇÃO DO PÚBLICO ALVO)

- Masculino
- Feminino
- Outro
- Prefiro não dizer

03. Nos últimos 5 anos, você notou alguma mudança significativa no clima de São Luís?

- Sim
- Não
- Não sei

04. Se sim, quais mudanças você notou? (Marque todas que se aplicam)

- Aumento da temperatura
- Invernos mais rigorosos
- Verões mais quentes
- Alteração nos padrões de chuva (mais ou menos chuva)
- Aumento na frequência de eventos climáticos extremos (tempestades, furacões, secas)
- Mudança nos ciclos das estações (primavera, verão, outono, inverno)
- Outro: _____

05. Você acredita que sua ação pode provocar mudanças climáticas?

- Sim, acredito
- Não, não vejo nenhum problema
- Não sei

06. Você sente que as mudanças climáticas afetaram sua vida de alguma forma?

- Sim
- Não
- Não sei

07. Se sim, como as mudanças climáticas afetaram sua vida? (Marque todas que se aplicam)

- Saúde (problemas respiratórios, alergias, etc.)
- Agricultura (dificuldades no cultivo, mudanças na colheita)
- Economia (aumento de custos, danos a propriedades)

Estilo de vida (mudança em hábitos, deslocamentos(trabalho/faculdade/etc), tomada de decisões, alteração em atividades para o bem-estar,)

Outro: _____

08. Você tomou alguma medida para se adaptar ou reduzir os efeitos das mudanças climáticas?

Sim (preparo, alteração na estrutura da residência, diminuição no consumo de energia, consumo consciente de água)

Não

Não sei

09. Baseado nas suas respostas, você acredita que a previsão do tempo é importante no seu cotidiano?

Sim, considero importante, pois a previsão do tempo me antecipa como posso me prevenir de desastres climáticos

Não, pois é apenas uma previsão

As vezes, acredito apenas quando a previsão acontece exatamente como foi dito

10. O que você acha que deveria ser feito para combater as mudanças climáticas?

Aumentar o uso de energias renováveis

Reduzir as emissões de carbono

Promover a educação ambiental

Incentivar a conservação de recursos naturais

Outro