



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

RINALDO MARQUES PADILHA

**EXPLORANDO A CLIMATOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

CUIABÁ - MT

2024

RINALDO MARQUES PADILHA

**EXPLORANDO A CLIMATOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Física Ambiental da Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Física Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Iramaia Jorge
Cabral de Paulo

CUIABÁ-MT

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P123e Padilha, Rinaldo Marques.

Explorando a climatologia: uma experiência de iniciação científica com alunos do ensino médio [recurso eletrônico] / Rinaldo Marques Padilha. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 247 f., il. color., pdf). -- 2024.

Orientadora: Iramaia Jorge Cabral de Paulo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2024.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. Climatologia. 2. Educação Científica ambiental. 3. Iniciação Científica Junior. 4. Ensino-aprendizagem. I. Paulo, Iramaia Jorge Cabral de, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EXPLORANDO A CLIMATOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

AUTOR: DOUTORANDO RINALDO MARQUES PADILHA

Tese defendida e aprovada em **02 de DEZEMBRO de 2024.**

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Profa. Dra. IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO (Presidente Banca / Orientadora)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

2. Prof. Dr. DENILTON CARLOS GAIO (Membro Interno)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

3. Prof. Dr. CARLOS RINALDI (Membro Externo)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

4. Profa. Dra. VANESSA CARVALHO DE ANDRADE (Membro Externo)

INSTITUIÇÃO: Universidade de Brasília

5. Prof. Dr. FREDERICO AYRES DE OLIVEIRA NETO (Membro Externo)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

CUIABÁ, 02/12/2024.



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS RINALDI, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 03/12/2024, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 03/12/2024, às 18:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCELO SACARDI BIUDES**, **Coordenador(a) de Programas de Pós-Graduação em Física Ambiental - IF/UFMT**, em 12/12/2024, às 08:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **FREDERICO AYRES DE OLIVEIRA NETO**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 12/12/2024, às 11:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **DENILTON CARLOS GAIO**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 16/12/2024, às 13:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Carvalho de Andrade**, **Usuário Externo**, em 16/12/2024, às 14:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7429354** e o código CRC **A70A59EF**.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido a graça de realizar este sonho e por ter me dado sabedoria e discernimento para desenvolver as atividades do doutoramento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da UFMT pela oportunidade oferecida para a qualificação profissional e pela aprendizagem proporcionada em todos os anos de estudo.

A Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso – SEDUC, por ter me concedido licença para a qualificação profissional.

A minha orientadora, professora Dr.^a Iramaia Jorge Cabral de Paulo pela atenção, incentivo e dedicação que me foi dada na construção dessa tese.

A minha esposa Maria Aparecida Soares Padilha, que esteve ao meu lado, apoiando e orando para que eu pudesse concluir o período de estudos desse doutoramento.

A minha família e amigos que de maneira direta ou indireta contribuíram para o meu sucesso, proferindo palavras de apoio, incentivo e encorajamento.

Ao Prof. Dr. João Basso Marques, coordenador do Projeto de Extensão Monitorando o Clima (UFMT), pela disponibilização dos instrumentos para a realização dos transectos moveis.

A Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moura Santos pelas sugestões na escolha dos pontos dos transectos.

A Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros, que permitiu o desenvolvimento das atividades de pesquisa com alunos na unidade escolar.

Ao amigo Hugo Luis Gomes de Souza, pela valorosa contribuição nas oficinas de linguagem de programação para Arduino.

A professora Bruna da Cruz Andrade, pela parceria e apoio nos momentos das aulas teóricas e práticas com os alunos durante a pesquisa.

Aos alunos da Escola E. Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros que participaram do Projeto Estação Meteorológica Pedagógica, onde se desenvolveu a pesquisa.

Aos professores: Dr. Carlos Rinaldi, Dr. Denilton Carlos Gaio, Dr. Frederico Ayres de Oliveira Neto, Dr.^a Vanessa Carvalho de Andrade, pelas contribuições valorosas na participação da banca de defesa da tese.

RESUMO

Reflexões sobre a iniciação científica na educação básica têm sido amplamente difundidas no meio acadêmico, favorecendo a ampliação do conceito de alfabetização científica e contribuindo para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem no país. Embora exista uma grande quantidade de projetos de iniciação científica júnior no Brasil, a maioria das escolas de educação básica não teve oportunidades para desenvolver tais projetos de pesquisa com seus alunos, o que pode ser observado também no município de Colíder. Em relação à climatologia, sobretudo o clima urbano, não há estudos relacionados ao tema, evidenciando uma lacuna a ser preenchida. Esse trabalho apresenta um projeto de iniciação científica na educação básica, que pode servir como alternativa para escolas que não foram contempladas com financiamento pelos órgãos de fomento do poder público. Foi desenvolvida uma pesquisa envolvendo alunos do Ensino Médio, que produziram instrumentos meteorológicos com materiais alternativos de baixo custo, para serem utilizados como recursos de aprendizagem. A pesquisa se fundamenta na abordagem investigativa de natureza qualitativa, baseada em fontes de evidência e formas de coleta diversificadas. Os equipamentos utilizados, em sua maioria, são materiais que os alunos têm em sua própria casa, como garrafa PET, pote de vidro, balão de aniversário, canudinho, álcool, etc. Esses instrumentos promoveram uma melhor percepção pelos alunos dos conceitos de clima e tempo meteorológico e dos modos de obtenção dos dados para a caracterização do clima de um local específico. Os alunos também produziram estações meteorológicas automáticas com Arduino e sensores de baixo custo, para monitorar as variáveis climáticas no município de Colíder. Acompanharam o monitoramento e diagnóstico de ilhas de calor por meio de transectos móveis na área urbana do município. Como resultado das atividades de iniciação científica, participaram de feira científica estadual, com a produção de estação meteorológica, além de produção e publicação do resumo da pesquisa nos Anais do evento. Monitoraram e analisaram os dados de temperatura do ar e a pluviosidade na escola no período de 12 meses. Os resultados da pesquisa indicam que houve ganhos de conhecimentos significativos, de acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa por parte dos alunos, que compreenderam os conceitos basilares de climatologia, desenvolveram habilidades na produção de instrumentos de coletas de dados meteorológicos, na análise dos fenômenos atmosféricos e na produção e publicação de artigo em revista científica, inserindo-se na iniciação científica como jovens pesquisadores.

Palavras-chave: Climatologia; Educação Científica ambiental; Iniciação Científica Junior; Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

Reflections on scientific initiation in basic education have been widely disseminated in the academic field, promoting the expansion of the concept of scientific literacy and contributing to the improvement of teaching and learning processes in the country. Although there are numerous junior scientific initiation projects in Brazil, most basic education schools have not had opportunities to develop such research projects with their students, which can also be observed in the municipality of Colíder. In relation to climatology, especially urban climate, there are no studies on the subject, highlighting a gap to be filled. This work presents a scientific initiation project in basic education, which can serve as an alternative for schools that were not funded by public funding agencies. A research project was developed involving high school students, who produced meteorological instruments using low-cost alternative materials to be used as learning resources. The research is based on an investigative approach of a qualitative nature, relying on diverse evidence sources and methods of data collection. Most of the equipment used are materials that students already have at home, such as PET bottles, glass jars, balloons, straws, alcohol, etc. These instruments promoted a better understanding by students of the concepts of climate and weather, as well as methods for collecting data to characterize the climate of a specific location. The students also built automatic weather stations using Arduino and low-cost sensors to monitor climate variables in the municipality of Colíder. They monitored and diagnosed urban heat islands through mobile transects in the urban area of the municipality. As a result of the scientific initiation activities, they participated in a state scientific fair, producing a weather station, as well as producing and publishing a research abstract in the event's Proceedings. They monitored and analyzed air temperature and rainfall data at the school over a period of 12 months. The research results indicate that there were significant knowledge gains, according to the Theory of Meaningful Learning, with students understanding fundamental climatology concepts, developing skills in producing data collection instruments for meteorological data, analyzing atmospheric phenomena, and producing and publishing articles in scientific journals, engaging in scientific initiation as young researchers.

Keywords: Climatology; Environmental Scientific Education; Junior Scientific Initiation; Teaching-Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espectro eletromagnético.....	28
Figura 2 - Localização do município e área de estudo	51
Figura 3 - Data logger.....	63
Figura 4 - Abrigo meteorológico	64
Figura 5 - Veículo equipado com sensores	64
Figura 6 - Sensores AHT20 e BMP280	66
Figura 7 - Placa microcontroladora Arduino Nano	67
Figura 8 - Shield datalogger nano.....	67
Figura 9 - Suporte de PVC e Sensores AHT20 e BMP280	68
Figura 10 - Abrigo de PVC equipado com os Sensores	68
Figura 11 - Abrigo para o datalogger, parte interna.....	69
Figura 12 - Abrigo estação meteorológica completo.....	69
Figura 13 - Processo de calibração por regressão linear (recorte de três dias).....	71
Figura 14 – Validação da calibração da estação do projeto	71
Figura 15: Termohigrômetro digital	72
Figura 16: Abrigo meteorológico	72
Figura 17: Pluviômetro de acrílico tipo cunha	73
Figura 18: Momento de visita à Estação Meteorológica para a leitura diária	74
Figura 19 - Resposta dos alunos para a pergunta 1	76
Figura 20 - Resposta dos alunos para a pergunta 10	77
Figura 21 - Resposta dos alunos para a pergunta 2	78
Figura 22 - Resposta dos alunos para a pergunta 3	79
Figura 23 - Distribuição percentual da radiação solar incidente	81
Figura 24 - Resposta dos alunos para a pergunta 4	82
Figura 25 - Resposta dos alunos para a pergunta 5	84
Figura 26 - Resposta dos alunos para a pergunta 6	85
Figura 27 - Resposta dos alunos para a pergunta 7	86
Figura 28 - Anotações em caderno de aluno sobre os tipos de chuva	87
Figura 29 - Resposta dos alunos para a pergunta 8	87
Figura 30 - Resposta dos alunos para a pergunta 11.....	88
Figura 31 - Aula para produção de termômetro.....	90
Figura 32 - Termômetros de álcool caseiro	90

Figura 33 - Alunos produzindo pluviômetro	91
Figura 34 - Pluviômetro de garrafa PET	91
Figura 35 - Produção do barômetro por alunos	92
Figura 36 - Barômetros caseiro em testes.....	93
Figura 37 - Barômetro caseiro sendo calibrado.....	94
Figura 38 - Produção de anemômetros	95
Figura 39 - Anemômetros prontos	95
Figura 40 - Conhecimento dos alunos sobre os instrumentos meteorológicos	97
Figura 41 - Alunos que identificaram os instrumentos relacionando-os com a sua função	98
Figura 42 - Respostas sobre a contribuição dos instrumentos artesanais para a aprendizagem	99
Figura 43 - Alunos que afirmam que os instrumentos não contribuíram ou contribuíram parcialmente para sua aprendizagem.....	99
Figura 44 - Instrumento que mais chamou atenção do aluno	100
Figura 45 - Instrumento preferido do aluno	101
Figura 46 - Satisfação de alunos com a aula sobre os instrumentos meteorológicos.....	102
Figura 47 - Insatisfação de alunos com a aula sobre instrumentos meteorológicos.....	102
Figura 48 - Equipe de pesquisadores em transecto noturno	104
Figura 49 - Anotações durante o transecto	105
Figura 50 - Trajeto do transecto com destaque para área urbana central do município	106
Figura 51 - Uso do solo dos pontos de análise	107
Figura 52 - Identificação de ilha de calor em Colíder	111
Figura 53 - Respostas de alunos sobre a leitura de um artigo científico	114
Figura 54 - Alunos desenvolvendo a programação para Arduino	116
Figura 55 - Alunos apresentando a estação meteorológica automática em Cáceres	117
Figura 56 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 1	122
Figura 57 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 2	122
Figura 58 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 3	123
Figura 59 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 5	124
Figura 60 - Temperatura do ar média dos pontos monitorados	125
Figura 61 - Umidade relativa do ar média dos pontos monitorados.....	125
Figura 62: Climograma para o município de Colíder no ano de 2023	129
Figura 63: Temperaturas extremas para o município de Colíder.....	130
Figura 64: Amplitude térmica mensal para o município de Colíder no ano 2023.....	131

Figura 65: Record de volume de chuva diária por mês no ano 2023	131
Figura 66: Média mensal da temperatura do ar por horário no ano 2023.	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pesquisas de pós-graduação stricto sensu, sobre IC no Ensino Médio, 2017 à 2023.	38
Quadro 2 - Artigos sobre iniciação científica no Ensino Médio.....	44
Quadro 3 - Pesquisas relacionadas à estações meteorológicas na escola.	47
Quadro 4 - Cronograma de aulas e atividades práticas.	56
Quadro 5 - Temperatura e umidade do ar nos pontos selecionados 2022/2023	108
Quadro 6 – Nível de compreensão dos alunos acerca de conceitos basilares sobre o clima e a meteorologia	134

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL: BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	PROBLEMÁTICA	16
1.3	JUSTIFICATIVA	18
1.4	OBJETIVO GERAL	20
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM ENSINO E APRENDIZAGEM	22
2.1.1	Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)	22
2.2	A INTERDISCIPLINARIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE EM PESQUISAS DE CLIMATOLOGIA	24
2.3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM CLIMATOLOGIA	25
2.3.1	Tempo e clima	25
2.3.2	Fatores climáticos	27
2.3.3	Radiação solar	27
2.3.4	Latitude	28
2.3.5	Altitude	29
2.3.6	Vento	29
2.3.7	Massas de ar	30
2.3.8	Massas de água e terra	30
2.3.9	Topografia	31
2.3.10	Vegetação	32
2.3.11	Elementos climáticos	32
2.3.12	Temperatura do ar	32
2.3.13	Umidade do ar	33
2.3.14	Pressão atmosférica	34
2.3.15	Precipitação	35
2.3.16	Clima urbano	36
2.4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
3	MATERIAL E MÉTODOS	51
3.1	ÁREA DE ESTUDO	51
3.2	DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA EM ENSINO	52
3.3	PARTICIPANTES DA PESQUISA E PERCURSO METODOLÓGICO	54
3.4	MATERIAIS PARA OS MOMENTOS DA PESQUISA	58

3.4.1	Materiais didáticos para aulas teóricas	58
3.4.2	Materiais didáticos para aulas práticas.....	59
3.4.3	Estação meteorológica caseira.....	61
3.4.3.1	Produção do termômetro caseiro.....	61
3.4.3.2	Produção do pluviômetro caseiro.....	61
3.4.3.3	Produção do barômetro caseiro	61
3.4.3.4	Produção do anemômetro caseiro	62
3.4.4	Método de coleta de dados por transectos móveis	62
3.4.4.1	Instrumentação para coleta de dados no transecto	63
3.4.4.2	Metodologia do transecto móvel	65
3.4.5	Produção das estações meteorológicas automáticas	66
3.4.5.1	Instrumentação para coleta de dados do clima no município de Colíder	66
3.4.5.2	Metodologia para o monitoramento do clima no município	70
3.4.6	Analisando dados da temperatura do ar e da pluviosidade na escola	71
3.4.6.1	Instrumentação para coleta de dados do clima na escola.....	71
3.4.6.2	Metodologia para o monitoramento do clima na escola	74
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	75
4.1	DOS SUBSUNÇORES À PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA A PERCEPÇÃO DO CLIMA	75
4.1.1	Análise dos questionários e sequência didática	75
4.1.2	Produção de instrumentos meteorológicos para a percepção do clima	89
4.1.3	Materiais didáticos como subsídios pedagógicos no ensino de climatologia.....	96
4.1.3.1	Análise do material didático pelos alunos sobre a percepção dos fenômenos atmosféricos com instrumentos alternativos.....	97
4.2	FAZENDO CIÊNCIA: DESCOBRINDO PESQUISADORES.....	103
4.2.1	Análise da variação termohigrométrica da área urbana do município de Colíder como metodologia de ensino para a iniciação científica.....	103
4.2.1.1	Ocupação e o uso do solo: características propensas a formação de ilhas de calor	105
4.2.1.2	Magnitude das Ilhas de Calor em Colíder	108
4.3	FAZENDO CIÊNCIA: PRODUZINDO PESQUISADORES.....	113
4.3.1	Produção de estação meteorológica automática: a alfabetização científica.....	115
4.3.2	Análise termohigrométrica do município de Colíder por meio de estações meteorológicas automáticas com Arduino.....	121
4.4	FAZENDO CIÊNCIA: REVELANDO PESQUISADORES.....	126
4.4.1	Estação Meteorológica Pedagógica: monitorando o clima na escola.....	126

4.4.2	Análise e discussão dos dados climáticos na escola	129
4.4.3	Características climáticas de Colíder.....	132
4.5	ANÁLISE DO GANHO DE APRENDIZAGEM ACERCA DE CONCEITOS BASILARES PARA A COMPREENSÃO DO CLIMA E DA METEOROLOGIA	133
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
	REFERÊNCIAS.....	142
	APÊNDICES	153

1 INTRODUÇÃO

1.1 A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL: BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

A educação brasileira vem passando por mudanças ao longo de várias décadas objetivando a melhoria do ensino e aprendizagem. Tais mudanças são respaldadas por diversas leis entre elas, as principais: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (Brasil, 2013) e Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017). Essas ações sempre buscaram por melhorias no sistema de ensino, seja ela no âmbito pedagógico ou estrutural demandando investimento em materiais didáticos e estrutura física das escolas.

No entanto, essas mudanças e avanços não conseguiram atender as expectativas de aprendizagem em muitas escolas pelo Brasil, sobretudo, nas regiões menos favorecidas e carentes de infraestrutura de saneamento básico, habitação, transportes, comunicações (Avelino e Mendes, 2020; Mendonça e Fialho, 2020).

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o IDEB nacional do ensino médio no ano de 2019 foi de 4,2, quando a meta para esse mesmo ano era de 5,0 (Brasil, 2021). Segundo o mesmo Instituto, o IDEB do ensino médio para o ano de 2021 foi de 4,2 quando a meta era de 5,2 (Brasil, 2021). Para o ano de 2023, o IDEB nacional foi 4,3 (Brasil, 2024), não sendo suficiente para alcançar nem mesmo a meta de 2019.

O IDEB é utilizado para mensurar o desempenho do sistema educacional brasileiro com base na combinação entre a desempenho obtido pelos estudantes em avaliações externas de larga escala – SAEB e a taxa de aprovação, indicador que tem influência na eficiência do fluxo escolar, ou seja, na progressão dos estudantes entre etapas/anos na educação básica. Esses baixos índices levam em consideração as escolas públicas e privadas. Quando observado apenas as escolas públicas, os números caem ainda mais, registrando 3,9 nos anos de 2019 e 2021, subindo modestamente para 4,1 em 2023 (Brasil, 2024).

Mesmo em cidades ou regiões bem servidas de investimentos nas estruturas físicas das escolas, com unidades dotadas de salas de aula com ar condicionado, bibliotecas, televisores, computadores e internet, a proficiência na aprendizagem ainda está em média abaixo do esperado como mostra os indicadores oficiais do governo para o ensino médio, como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Analisando os dados por regiões e por estados, o IDEB do Ensino Médio com melhor desempenho em 2021 foi a região Sudeste e Sul com 4,4. Enquanto no ano de 2023 os melhores índices foram das regiões Sul e Centro Oeste também com 4,4. Para as unidades da federação, o Paraná obteve o maior índice com 4,8 em 2021 e 4,9 em 2023 (Brasil, 2024). Os dados revelam que mesmo o estado com o melhor IDEB do Brasil em 2023, não conseguiram atingir a meta de 2019 que era de 5,0.

Para o estado de Mato Grosso o IDEB do Ensino Médio em 2019 foi de 3,6 em 2019, 3,8 em 2021 e 4,4 no ano de 2023 (Brasil, 2024). Percebe-se que houve um crescimento gradual nas últimas três avaliações, deixando o Estado com o quarto melhor índice do Brasil. Para o município de Colíder, o IDEB, foi de 3,9 em 2019, 3,8 em 2021 e 4,4 em 2023, seguindo o mesmo índice de Mato Grosso. De maneira geral, os índices melhoraram em todas as esferas, mas ainda está longe de atingir as metas previstas para o Ensino Médio.

Recentemente, o ensino médio passou por uma grande reestruturação chamada de Novo Ensino Médio. Nesse novo modelo, foi ampliado o tempo mínimo que o aluno deve permanecer na escola de 800 para 1.000 horas/ano e foi implantada uma nova organização curricular (BNCC), com a promessa de garantir a todos os jovens brasileiros uma educação de qualidade com formação técnica e profissional que será ofertada por meio dos itinerários formativos, que somarão 1200 horas durante os três anos.

Após um ano de implementação, ainda existem muitas dificuldades de adaptação de alunos e professores na nova estrutura. Os itinerários formativos não estão conseguindo seguir um padrão mínimo em sua implementação, deixando gestores, docentes e estudantes apreensivos quanto a eficácia da nova estrutura. Soma-se a essas dificuldades o fato de estarmos em um momento de pós pandemia, em que a educação sofreu um grande golpe dificultando ainda mais o processo de ensino-aprendizagem, podendo impactar mais uma vez no IDEB.

As dificuldades para alcançar as metas do IDEB são diversas e tem várias causas, entre elas: infraestrutura escolar, falta de materiais didáticos de qualidade e profissionais qualificados e valorizados (Cappellarri 2021, Silva 2021 e Filho 2024). Esse último tem maior peso sobre os outros pontos, uma vez que muitos professores, se formam na universidade sem a qualificação necessária para atuarem em sala de aula. Quando iniciam sua trajetória na docência, encontram inúmeras realidades diferentes dentro de uma escola ou até mesmo em uma única sala de aula, e não conseguem planejar e implementar metodologias de ensino que seja capaz de atender as diversidades encontradas.

Além de lacunas importantes na formação docente, acrescenta-se a isso uma grande parcela de alunos que chegam a sala de aula desmotivados para aprender. Alguns falam

abertamente que estão frequentando a sala de aula contra sua vontade, e que gostariam de estar brincando, ou trabalhando para conquistar sua independência financeira e não depender dos pais. Poucos têm a consciência de que é principalmente por meio da educação que a pessoa terá maiores chances de conquistar uma independência financeira com qualidade de vida.

Uma vasta quantidade de teorias de aprendizagem vem ao longo de muitas décadas, contribuindo com a educação mundial na busca de um ensino de qualidade e uma aprendizagem que possa garantir o desenvolvimento cognitivo, físico, afetivo, ético e contribuir para a formação de cidadão crítico e humano.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, optou-se por trabalhar com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, que de acordo com Paulo e Sousa (2011), se enquadra no enfoque construtivista/cognitivista fornecendo uma importante contribuição no sentido de dar suporte teórico metodológico ao docente em sua prática metodológicas em sala de aula.

A escolha pela TAS se deu pela necessidade de desenvolver uma metodologia que despertasse interesse do aluno pelas atividades pedagógicas. Essa teoria, fundamenta as opções do planejamento e produção de materiais didáticos que contribuem para uma abordagem mais investigativa e científica no processo de ensino aprendizagem, foco desse trabalho. A TAS é uma teoria que já está bem consolidada em diversas pesquisas e amplamente utilizada no meio acadêmico e educacional. Ao estudá-la foi identificado que a teoria oferecia o aporte necessário, para a elaboração de todo o planejamento e desenvolvimento do projeto de pesquisa.

O estudo apresenta metodologia com abordagem qualitativa. A pesquisa se fundamenta em fontes de evidência e formas de coleta diversificadas. Assim, foram utilizados questionários estruturados e semiestruturados e evidências de resultados com confecção de instrumentos e produções acadêmicas.

O ensino médio foi escolhido como público alvo desse trabalho por entender que os alunos, nessa faixa etária, estão mais propícios a investigação científica, uma vez que eles têm maior autonomia no uso das técnicas de buscas de informações e utilização dos meios tecnológicos que contribuem para o desenvolvimento de pesquisas científicas.

1.2 PROBLEMÁTICA

No Brasil, majoritariamente a relação entre a iniciação científica (IC) e o desenvolvimento de pesquisas científicas se dá nas universidades. Desse modo, a maioria dos

jovens pesquisadores passam a conhecer e conviver com a pesquisa científica somente após o seu ingresso em algum curso superior.

Quando o aluno conquista o acesso à universidade, geralmente encontra dificuldades para se adaptar aos métodos de pesquisas, às extensas leituras e a difícil compreensão de artigos científicos, livros e textos com linguagem técnica sobre assuntos do meio acadêmico. Essas tribulações acabam por dificultar ainda mais o início do desenvolvimento da pesquisa.

As adversidades serão menores, ou pelo menos mais brandas se o acadêmico chegar à universidade com uma bagagem científica mínima, que o possibilite participar de projetos de pesquisas e desenvolver uma investigação criteriosa e com riqueza de resultados esperados em pesquisa científica.

Assim, o conhecimento científico prévio necessário e satisfatório para uma participação mais efetiva no universo acadêmico pode ser adquirido ainda na educação básica, preferivelmente no ensino médio. Sendo o período que o indivíduo já está se preparando para as escolhas profissionais, analisando as diversas oportunidades oferecidas por universidades públicas ou particulares.

No ensino médio, quanto mais cedo o aluno for apresentado a iniciação científica, maiores serão as oportunidades de experiências promissoras na pesquisa e conseqüentemente aumentarão as chances de crescimento na carreira acadêmica.

Nas escolas de educação básica do município de Colíder, não havia projetos de iniciação científica em andamento e nem relatos de que já ocorreram pesquisas com o objetivo de tornar o aluno um jovem pesquisador. Embora existam diversas atividades de pesquisas desenvolvidas no interior das escolas, na maioria das vezes estão voltadas para reproduzir os experimentos científicos desenvolvidos por pesquisadores consagrados e que são pautados nos livros didáticos. A ausência de projetos que favoreçam a inclusão dos estudantes no âmbito da produção científica revela uma lacuna a ser preenchida na atualidade.

Dentro do universo de possibilidades de pesquisas científicas, a climatologia foi escolhida como objeto de estudo por ser ciência que trata de fenômenos intrínsecos à vida humana e podem despertar a curiosidade entre as pessoas de diferentes faixas etárias. Considerando também que o tema está inserido na relação de conteúdos para a educação básica em diversas áreas do conhecimento. O fato de não haver pesquisas relacionadas ao clima local foi determinante para a escolha deste tema pelo pesquisador.

A distribuição das paisagens e a diversidade biológica na Terra estão intrinsecamente relacionadas aos diferentes climas, que influenciam e são influenciadas pelas características dessas paisagens. Os climas condicionam os hábitos e costumes humanos, além de impactar os

modos de produção industrial, arquitetônico e comercial em distintas regiões, moldando a interação entre o ambiente e as atividades humanas. Estudar e conhecer o clima do ambiente em que se vive pode possibilitar melhores condições de vida e beneficiar-se das características sazonais climáticas, seja para os recursos energéticos ou para prevenir catástrofes ambientais.

Tais assuntos, na maioria das vezes, são abordados em sala de aula, uma única vez durante todo o ensino médio. Posteriormente, ele irá ver e ouvir sobre o tema apenas no quadro de previsão do tempo do telejornal, que normalmente aborda todo o território nacional, mas raramente mostra evidências de uma previsão para a cidade de domicílio do educando.

Assim, como em grande parte do estado de Mato Grosso, atualmente, não existem estudos sobre clima ou microclima urbano para o município de Colíder. Destarte, todo o planejamento de crescimento urbano ou reordenamento da área urbana no município não levou em conta a possibilidade de interferência climática local, que poderá impactar positiva ou negativamente no aglomerado urbano expandido. Alguns impactos estão relacionados ao volume de chuvas sazonais, que podem estrangular a capacidade das galerias pluviais da cidade, provocando alagamentos em áreas de intensa impermeabilização do solo. Por outro lado, é de fundamental importância considerar dados concretos relacionados a temperatura, umidade, velocidade e direção do vento para planejar e executar obras de edificações, que têm implicações na qualidade de vida quando se refere ao conforto térmico.

1.3 JUSTIFICATIVA

A compreensão dos fenômenos climáticos ainda hoje não é trivial, mesmo com tanta informação disponível em diversos meios de comunicação, muitas pessoas ainda se confundem em relação aos termos tempo e clima e têm dificuldades para compreender até mesmo uma informação de previsão do tempo que é melhor apresentada na televisão.

A crise climática representa um dos maiores desafios globais atuais, e traz consigo fenômenos que afetam diretamente o cotidiano das pessoas, inclusive local e regionalmente. Desenvolver um projeto de iniciação científica sobre o clima local na educação básica é uma oportunidade única para os estudantes explorarem, de forma concreta e prática, as implicações da crise climática em sua realidade. Essa experiência pode despertar um grande interesse, pois permite que eles investiguem fenômenos atmosféricos com dados climáticos da área onde vivem. Os alunos começam a perceber as variações e tendências específicas de sua região, como alterações na temperatura, precipitação e eventos extremos. Isso favorece uma compreensão

contextualizada da crise climática, em contraste com a abordagem limitada geralmente oferecida nos livros e telejornais, que não abordam as especificidades de cada município.

O estudo do clima, por meio de um processo investigatório, é uma prática pedagógica que contribui para tornar as aulas mais atraentes e prazerosas. Tal abordagem metodológica favorece o despertar do interesse de alunos pelo assunto, haja vista que terá a oportunidade de observar elementos climáticos de uma forma que normalmente passariam despercebidos em seu cotidiano.

Pinto (2018) e Mocó (2020) utilizaram práticas metodológicas com foco na climatologia e constataram a eficácia no processo de ensino e aprendizagem, com a produção de instrumentos meteorológicos de baixo custo. O uso de atividades práticas, incentivando a criatividade dos estudantes em sala de aula, facilitou o desenvolvimento de habilidades e competências pelos alunos tornando a aprendizagem significativa.

A teoria em sala de aula associada à prática por meio de pesquisa e monitoramento a partir de observações na cidade onde vivem os alunos contribui para a aprendizagem dos mesmos, pois esses conseguem visualizar as mudanças repentinas de tempo atmosférico do lugar e relacionar com o clima da região.

Há várias décadas, as atividades práticas em sala de aula já estão contempladas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Atualmente há de se reconhecer que muitas escolas e professores desenvolvem atividades práticas em sala de aula e/ou em laboratórios, porém, a quantidade de professores que realizam essas atividades é desproporcional à quantidade de aulas ministradas e também ao total de disciplinas ofertadas, o que provoca um déficit muito grande entre a quantidade de alunos que vivenciam essas atividades práticas em relação ao número de alunos que compõem a rede de ensino em todo o país.

Um grande número de escolas e professores não conseguem realizar atividades práticas que sigam todas as etapas do método científico como por exemplo: observar uma situação-problema, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando for o caso. Criar e seguir uma metodologia, discutir os resultados e apresentar uma conclusão também são passos importantes que deveriam ser adotados em muitas práticas experimentais que ocorrem nas escolas.

São inúmeras as dificuldades que impedem o desenvolvimento do conhecimento científico, a ser mais difundidos e praticados nas escolas. Algumas vezes o professor não recebeu a qualificação necessária para conduzir uma pesquisa embasada nos métodos científicos. Quando isso ocorre, o docente não se sente seguro para iniciar um projeto, temendo ter que abandoná-lo futuramente. A falta de incentivo ou apoio por parte da gestão escolar,

também pode desencorajar a criação e implantação de muitos projetos científicos. Em alguns casos, as ideias ou projetos de iniciação científica não são implantados por questões financeiras, principalmente porque a grande maioria das escolas não tem recursos reservados que possam ser destinados a esses projetos, ou quando tem, não são em quantidades suficientes.

1.4 OBJETIVO GERAL

Promover a aprendizagem significativa de conceitos envolvendo a dinâmica climática local, por meio do desenvolvimento de estratégias de ensino, tendo como objeto de estudo a análise e monitoramento da variação termométrica, higrométrica e pluviométrica utilizando uma estação meteorológica pedagógica e também por transectos móveis, com alunos do ensino médio.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover a aprendizagem significativa de conceitos envolvendo a dinâmica climática local.
- Criar e manter uma estação meteorológica pedagógica na escola, com a participação efetiva dos alunos, utilizando equipamentos de baixo custo, para que possa servir de subsídios pedagógicos para aulas práticas de climatologia nos componentes curriculares de Geografia, Física e áreas afins.
- Monitorar e comparar os dados da variação da temperatura do ar, umidade do ar e índices pluviométricos registrados entre os pontos selecionados ao longo dos diferentes períodos do ano.
- Diagnosticar a presença de ilhas de calor e de frescor na área de estudo, relacionando-a com o nível de concentração e a taxa de ocupação urbana nos pontos selecionados
- Proporcionar condições para que os alunos produzam estações micrometeorológicas automáticas para serem instaladas em suas casas em diferentes pontos da cidade.
- Possibilitar aos alunos, o desenvolvimento de métodos e técnicas de pesquisa em trabalhos de iniciação científica, inclusive na produção de artigo para divulgação dos trabalhos realizados.
- Produzir material didático em climatologia, com fundamento em teoria (s) de ensino e aprendizagem, que possa ser usado pedagogicamente nas escolas de educação básica.

- Avaliar o ganho de aprendizagem acerca de conceitos basilares para a compreensão do clima e da meteorologia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM ENSINO E APRENDIZAGEM

2.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

O processo de aprendizagem do indivíduo sempre despertou o interesse de diversos pesquisadores no mundo, o que se verifica pela existência de uma vasta bibliografia de teorias de aprendizagem. A depender do enfoque, pode-se fundamentar uma investigação de ensino e aprendizagem e por decorrência o delineamento de metodologias facilitadoras.

Para contrapor uma aprendizagem verbal predominante por memorização, muito difundida nas escolas, David Ausubel, a partir de 1963, desenvolveu uma teoria de aprendizagem, a qual chamou de Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), apresentada principalmente nas obras: *The psychology of meaningful verbal learning* (1963), *Educational psychology: a cognitive view* (1968) e *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view* (2000). Essa teoria tem sido descrita, complementada e difundida por diversos autores como Joseph D. Novak, Helen Hanesian, D. Bob Gowin e Marco Antônio Moreira, entre outros.

De acordo com Moreira (2011, p13), “aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. Nessa definição, o autor complementa que a expressão substantiva pode ser entendida como não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária indica que pode haver uma relação com um conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo em que uma nova informação está relacionada com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento de quem aprende. Nesse sentido, a nova informação promove uma interação com um conhecimento específico já existente na estrutura cognitiva do indivíduo que é denominada de subsunção (Moreira; Mansini, 1982). O autor ainda argumenta que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é incorporada a conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, enriquecendo-os, tornando-os mais robustos e abrangentes. É importante ressaltar que não é qualquer conhecimento prévio que servirá como subsunção. Os subsunções são conhecimentos prévios específicos, que servem de ancoragem para o novo conceito ou informação que o aluno recebe.

Segundo Novak e Gowin (1984, p23) “para aprender significativamente, o indivíduo deve optar por relacionar os novos conhecimentos com as proposições e conceitos relevantes

que já conhece”. Para os autores essa ação deve ser um processo contínuo, em que novos conceitos passem a adquirir maior significado ao longo da aprendizagem. Dessa forma, os conceitos não serão finalmente aprendidos, mas sim permanentemente enriquecidos, melhorados e inclusivos. Este é um pressuposto da TAS. Ou seja, mesmo que não se tenha uma intencionalidade primeira, ao receber uma nova informação, na prática buscamos relacioná-la com conhecimentos pré-existentes que permitam a atribuição de algum significado ou sentido. Subsunçor pode ser interpretado como ancoradouro de novos conceitos.

Em termos gerais, a aprendizagem significativa demanda que o indivíduo que aprende tenha subsunçores. De acordo com Moreira (2011), um subsunçor pode ser entendido como um conhecimento específico existente na estrutura cognitiva do aluno que vai dar significado e fazer uma ligação ao novo conhecimento que está sendo adquirido, possibilitando a ele uma maior compreensão do conteúdo apresentado. Vale ressaltar que qualquer conhecimento aprendido de forma significativa ou memorística pode ser um subsunçor em potencial. Contudo, o conhecimento prévio atua como subsunçor, dentro da especificidade do novo conhecimento/conceito, facilitando a captação de significados.

Como exemplo de subsunçor em uma aula sobre climatologia, imagina-se que o aluno já tenha aprendido em uma aula de geografia sobre coordenadas geográficas o conceito de latitude. Quando o professor apresenta para ele que a latitude é um dos fatores climáticos que pode determinar ou influenciar os climas no mundo e, que dependendo da latitude do local, a temperatura do ar, pressão atmosférica, a radiação solar, entre outros elementos climáticos, podem ter características bem distintas. A compreensão que o aluno terá sobre a dinâmica climática e os fatores que determinam os climas no mundo será muito mais significativa, pois estará ancorada ao conhecimento (subsunçor) da latitude preexistente. Quando um subsunçor é evidenciado, se a aprendizagem que o gerou foi significativa, nele já está presente todo o contexto em que foi construído. É importante destacar que estamos falando de conceitos. Nesse sentido, para captar o significado de latitude associado aos fatores climáticos, quanto mais ricos forem os subsunçores associados ao fenômeno maior a possibilidade de aprendizagem significativa.

É evidente que a aprendizagem significativa acontece considerando o conhecimento prévio que o aluno já possui (subsunçores), porém, “[...] podem ocorrer situações nas quais o aprendiz tem a maturidade intelectual para aprender por recepção, mas não dispõe dos subsunçores necessários para aprender significativamente em um certo corpo de conhecimento” (Paulo, 2022). Nesse caso a aprendizagem mecânica poderá ser necessária, pois quando um aluno recebe uma informação de um conteúdo novo, onde não há conhecimento anterior em sua

estrutura cognitiva, a aprendizagem mecânica irá ocorrer até que os primeiros elementos ou conceitos nessa área se formem e sirvam de subsunçores para que só então comece a surgir a aprendizagem significativa (Moreira; Mansini, 1982).

Supondo que a aprendizagem significativa deva ser proferida em relação à aprendizagem mecânica e que essa pressupõe a existência prévia de conceitos subsunçores, o que fazer quando eles não existem? Como pode a aprendizagem ser significativa neste caso? De onde vem o subsunçores? Como se formam?

Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informações em uma área de conhecimento completamente nova para ele, isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações (Moreira, 1999, p.154).

Para que ocorra uma aprendizagem significativa, existem duas condições fundamentais que, de acordo com Moreira (2011), o material a ser utilizado no processo deve ser potencialmente significativo e o aluno tem que demonstrar uma predisposição para aprender o conteúdo. Ainda segundo o autor, o material de aprendizagem além de ter um significado lógico e correto do ponto de vista formal tem que se relacionar de maneira não arbitrária e não literal a estrutura cognitiva do aluno.

A prática do docente tem um papel muito importante no processo da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel. O professor deve identificar a estrutura conceitual e as proposições mais importantes do conteúdo, identificar os subsunçores mais relevantes do assunto a ser aprendido pelo aluno, diagnosticar, dentre os subsunçores necessários, quais já estão disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, descobrir o que o aluno já sabe, podendo utilizar para isso entrevistas ou questionários ou outro mecanismo. E, por fim, ensinar utilizando, recursos que facilitem a passagem da estrutura conceitual do conteúdo para a estrutura cognitiva do aluno de forma significativa (Paulo; Sousa, 2011).

2.2 A INTERDISCIPLINARIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE EM PESQUISAS DE CLIMATOLOGIA

A pesquisa científica envolvendo os fenômenos atmosféricos, aborda diferentes aspectos de várias ciências que compõem a base curricular do ensino médio e outras áreas do conhecimento como a Geografia, Física, Matemática, Língua Portuguesa, Química, Computação e Engenharia. A diversidade de componentes curriculares presente na pesquisa

evidencia a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade no processo de conhecimento científico.

A interdisciplinaridade representa um movimento crucial na educação contemporânea. Ela busca romper com a fragmentação do conhecimento, característica da educação tradicional, e promover uma visão mais integrada e complexa dos fenômenos. “A interdisciplinaridade apresenta-se como um remédio epistemológico, metodológico e pedagógico para a apreensão simultânea e sucessiva de múltiplos aspectos da realidade, um elemento chave de inovação científica [...]” (Albuquerque *et al.*, 2023, p. 7).

A transdisciplinaridade representa uma abordagem educacional que busca transcender as fronteiras das disciplinas tradicionais, promovendo a integração de conhecimentos de diferentes áreas e a construção de um saber mais abrangente e contextualizado. Ao invés de fragmentar o conhecimento em disciplinas isoladas, a transdisciplinaridade busca estabelecer conexões entre elas, fomentando uma visão holística e integrada do mundo. Para Ferreira, Scarabelli e Ferreira (2021), a transdisciplinaridade não significa apenas componentes curriculares que colaboram entre si em determinado conhecimento em comum. Significa, também, que há um modo de pensar organizador, que pode atravessar as áreas das ciências, e assim, proporcionar uma unidade.

Sbruzzi *et al.* (2023) aponta que o trabalho transdisciplinar sugere a integração de várias ciências e saberes, que podem contribuir para o enfrentamento de situações da vida real. Se a abordagem interdisciplinar possibilita o diálogo e a integração entre as disciplinas escolares, que colaboram entre si para um projeto, a transdisciplinaridade vai além, e ultrapassa a articulação entre elas.

A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são fundamentais para o ensino de climatologia, pois permitem oferecer aos estudantes uma formação mais completa e relevante para os desafios do século XXI. Ao integrar diferentes áreas do conhecimento e promover a participação de diversos atores, é possível construir um conhecimento mais abrangente e transformador sobre o clima e suas implicações para a sociedade.

2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM CLIMATOLOGIA

2.3.1 Tempo e clima

A dinâmica climática pode determinar as condições de vida dos organismos vivos em diferentes habitats do planeta, e cabe a cada grupo de indivíduos adaptar-se às condições

climáticas do local e às variações decorrentes da sazonalidade nos ciclos anuais ou em escala de tempo maior.

Para Almeida (2016), tempo atmosférico é a soma total das condições locais da atmosfera em um determinado tempo cronológico curto, isto é, a descrição instantânea do que se observa na atmosfera. Não muito diferente, Ayoade (1996) entende que tempo é “o estado médio da atmosfera numa dada porção de tempo e em determinado lugar”. Logo o tempo meteorológico varia muito sobre a face da Terra em função de vários fatores e também do tempo cronológico.

Para Almeida (2016), Brito, Silva e Crispin (2019), o clima é caracterizado por uma sucessão de comportamentos médios do tempo atmosférico em um determinado local por um longo período, geralmente entre 30 – 35 anos. Ou seja, é a descrição do estado médio da atmosfera em diferentes escalas espaciais. Utiliza-se para caracterizar o clima de um local, as normais climatológicas das variáveis a partir de estatísticas de valores obtidos nesse intervalo de tempo.

Posto isto entende-se que o tempo são os fenômenos atmosféricos que estamos observando ou sentindo em um dado instante em um determinado lugar específico. Sendo assim, quando alguém diz: “hoje Cuiabá está quente”, estará se referindo ao tempo, ou seja, a temperatura do ar naquele dia e hora especificamente. Enquanto que se essa mesma pessoa diz: “Cuiabá é uma cidade quente”, estará se referindo ao clima, ou seja, ela está discorrendo sobre uma característica do clima da região, que normalmente, tem temperaturas elevadas na maior parte do ano.

Em nosso cotidiano, é muito comum as pessoas embaralharem as ciências: meteorologia e climatologia. Por vezes acreditam se tratar da mesma ciência ou do mesmo estudo, pois ambas estão relacionadas aos fenômenos que ocorrem na atmosfera de maneira geral. Contudo, Ayoade (1996, p.2) afirma que “[...] a meteorologia está relacionada ao estado físico, dinâmico e químico da atmosfera e às interações entre eles e a superfície terrestre subjacente. A climatologia é o estudo científico do clima”. Ou seja, a meteorologia estuda o comportamento momentâneo da atmosfera em determinado local, enquanto a climatologia é a ciência que estuda o comportamento médio dos diferentes estados da atmosfera, por meio de uma descrição estatística das diversas condições do tempo atmosférico, analisando também os diferentes fatores climáticos.

O clima de uma determinada região tem características peculiares que são próprias daquele local e tem variações ao longo do ano, mas que tendem a se repetir em um ciclo anual. Sabemos que o ciclo pode variar ao longo do tempo e sofrer modificações provocadas por

agentes ou fatores internos e externos de grande magnitude. Mas em via de regra serão estudados e/ou classificados em decorrência de fatores e elementos climáticos.

2.3.2 Fatores climáticos

Os climas do planeta são bem distintos, porém sua classificação pode ser agrupada de acordo com as grandes zonas térmicas da Terra ou zonas de climas similares. De acordo com Kottek et al. (2006), Francisco et al. (2015); Arnfield (2020), o sistema de classificação climática mais utilizado no mundo é o Sistema de Koppen-Geiger. Esse sistema foi fundamentado inicialmente na vegetação natural que ocorre em cada região do planeta, posteriormente a pluviosidade e a temperatura foram implementadas. O sistema Koppen está dividido em cinco grupos básicos de clima identificados por letras maiúsculas: A (climas tropicais chuvosos), B (climas secos), C (climas temperados e úmidos), D (climas boreais ou nevados e florestas) e E (climas polares ou de neve). Cada um desses grupos está dividido em subgrupos que podem estar relacionados a variação da temperatura e a quantidade de chuva ou a falta dela (Koppen, 1936).

Todavia, existem outros sistemas de classificação climática e, de acordo com Nascimento, Luiz e Oliveira (2016), a classificação de Strahler é uma das mais utilizadas, tanto no ambiente científico como no cotidiano. No Brasil, isso se evidencia principalmente por muito divulgada em livros didáticos. Levando em consideração as características dos regimes das massas de ar e os elementos climáticos de precipitação e temperatura, Strahler divide os climas do globo terrestre em quatro principais grupos: os climas das latitudes baixas, climas das latitudes médias, climas das latitudes altas e o clima das grandes altitudes. Segundo Nóbrega (2010), o sistema de Strahler é muito mais simples e mais fácil de ser entendido que os outros e estaria à frente dos demais por ser considerado como uma classificação genérica.

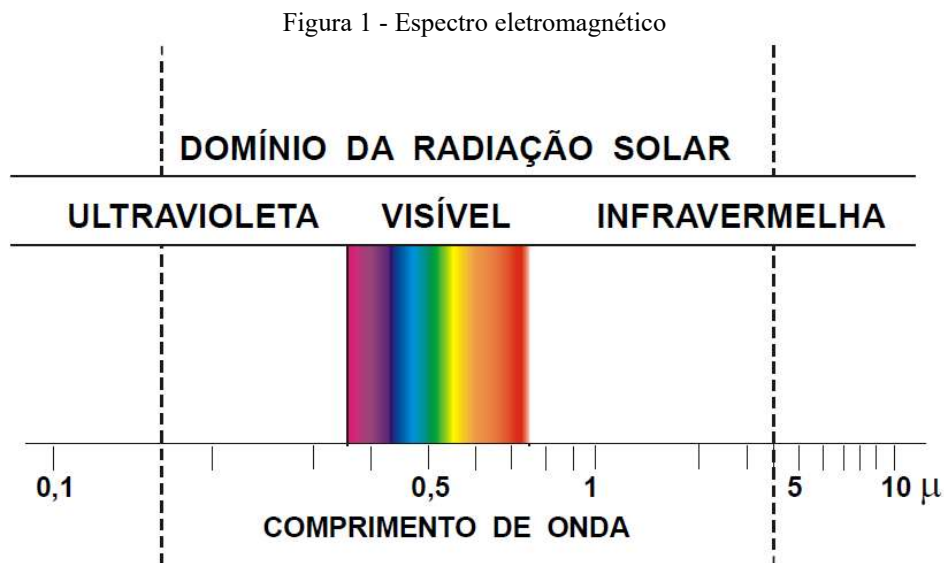
Independentemente de qualquer modelo de classificação climática, todas elas vão ser determinadas por vários fatores climáticos. No caso específico da proposta de Strahler, a latitude é um fator que tem maior importância para três, dos quatro grupos da classificação climática do planeta. Segundo Romero (2013), fatores climáticos condicionam, determinam e são responsáveis por dar origem aos climas no mundo (radiação solar, latitude, altitude, ventos, massas de água e terra, topografia e a vegetação).

2.3.3 Radiação solar

A radiação solar é a energia transmitida pelo Sol na forma de ondas eletromagnéticas, e, segundo Ometto (1981), “O sol é a fonte primária de toda a energia disponível aos processos naturais, ocorrentes na superfície da Terra”, ou seja, é ele que emite a energia necessária para os processos físicos e biológicos que ocorrem na superfície do nosso planeta.

Conforme Varejão-Silva (2006), observando a ótica ondulatória, a radiação é caracterizada pelo comprimento de onda (λ), ou pela frequência de ondulação (ν). Em relação ao comprimento de onda, esse pode ser observado pela distância que separa duas cristas consecutivas; a frequência pelo número de cristas que passa por determinado ponto de referência, na unidade de tempo.

A radiação eletromagnética com comprimentos de onda entre $0,36 \mu$ e $0,74 \mu$ pode ser detectada pelo olho humano, constituindo-se, portanto, na faixa do visível (luz visível) do espectro eletromagnético (Figura 1).



Fonte: Varejão-Silva (2006).

As condições do tempo atmosférico e as características do clima são determinadas, entre outros fatores, pela quantidade e distribuição da radiação solar que incide sobre a Terra, mas também pela quantidade de energia que sai por meio da reflexão da mesma radiação. Esse processo de entrada e saída de energia solar pode ser chamado de balanço de energia.

2.3.4 Latitude

De acordo com Varejão-Silva (2006), a latitude (geográfica) é definida como o ângulo compreendido entre o plano do equador e a perpendicular à superfície do Elipsoide

Internacional de Referência em um ponto qualquer. Ela pode ser dada pela distância em graus (ângulo) entre a linha do Equador e um outro paralelo observado.

Segundo Romero (2013), a latitude é referida à linha do Equador terrestre e tomando-o como ponto de partida, a temperatura média do ar esfria-se paulatinamente para os Polos, porém o esfriamento não é constante, pois as isotermas não seguem rigorosamente os paralelos, desviando-se pelo efeito da altura, ventos, correntes marinhas e outros fatores do clima. Todavia “as regiões mais próximas do equador recebem mais energia do que as mais afastadas, em razão do ângulo de incidência dos raios solares sobre a superfície do planeta, portanto, as latitudes tropicais são mais quentes do que as polares” (Ynoue et al., 2017 p.131).

2.3.5 Altitude

Denomina-se altitude à distância vertical de um ponto a partir do nível médio do mar. Ela é considerada positiva quando o ponto está acima do nível médio do mar e negativa quando está abaixo desse mesmo nível. Em média para todo o planeta, a temperatura do ar diminui com a altitude cerca de $6,5^{\circ}\text{C km}^{-1}$ na troposfera (Varejão-Silva, 2006). A altitude é um dos fatores que mais exerce influência sobre a temperatura do ar, pois independente da latitude, quanto maior for a altitude de um local, menor será a temperatura do ar como explica Romero (2013). Ao aumentar a altitude, o ar da atmosfera estará menos carregado de partículas sólidas e líquidas, e são estas partículas que absorvem as radiações solares no ar e as difundem elevando a temperatura do mesmo.

Em regiões de baixas latitudes é comum a predominância de climas tropicais, portanto, com médias de temperaturas mais altas, no entanto quando um determinado local possui uma altitude elevada, as temperaturas tendem a ser menores. Torres e Machado (2016) afirmam que a altitude corrige a latitude quando se trata da temperatura, mas não em relação todos os elementos do clima, pois, as características climáticas das regiões elevadas são diferentes das regiões de altas latitudes.

2.3.6 Vento

Para Almeida (2016), os ventos são causados devido as diferenças existentes no aquecimento da atmosfera, sendo considerados como deslocamento do ar no sentido horizontal. Os ventos resultam do deslocamento de massas de ar, devido à diferença de pressão atmosférica entre dois locais ou entre duas áreas distintas. Essas diferenças de pressão são influenciadas

pela variação espacial e temporal do balanço de energia na superfície terrestre. Os ventos são influenciados, também, por efeitos da rugosidade da superfície.

O vento se desloca de áreas de maior pressão, onde predomina ar mais frio, e se destina para áreas de menor pressão, onde se encontra ar mais quente, e, quanto maior a diferença entre as pressões dessas áreas, maior será a velocidade de descolamento do ar.

2.3.7 Massas de ar

De acordo com Ayoade (1996) e Ynoue et al. (2017), as massas de ar são grandes porções horizontais de ar com propriedades homogêneas, adquiridas da região onde se originaram (tropical ou polar) também chamada de região-fonte. As massas de ar sofrem modificações que são resultado da influência das características térmicas da superfície sobre a qual se encontra a massa de ar, em seu trajeto de descolamento. Elas também sofrem modificações dinâmicas, quando originam das relações da massa de ar com anticiclones e depressões próximas. As massas de ar têm origem em áreas onde existem condições que favoreçam o desenvolvimento de grandes porções de ar horizontais e uniformes. Essas áreas são geralmente extensas e fisicamente homogêneas.

No volume da massa de ar, a distribuição vertical de temperatura e umidade interna é quase uniforme. Isso significa que a temperatura e a umidade do ar têm praticamente o mesmo valor no interior da massa. Para que se forme uma massa de ar, há necessidade de que o ar permaneça estacionado durante um tempo, relativamente longo, sobre a superfície do solo e/ou da água, de modo que ela possa incorporar as características termodinâmicas (temperatura e umidade) desse local. Esse tempo é necessário para alcançar o equilíbrio (homogeneizar). Para que ocorra essa condição, torna-se necessário que a superfície do local seja homogênea (Almeida, 2016).

2.3.8 Massas de água e terra

As massas de água (mares e oceanos) e de terras (continente) possuem calor específico diferentes e isso acaba por influenciar o tempo gasto para o aquecimento do ar em ambientes distintos, mesmo que seja em latitudes semelhantes. De acordo com Torres e Machado (2016), o continente se aquece e se esfria mais rapidamente do que os mares e oceanos. Esses últimos, por sua vez, possuem a propriedade de misturar o calor recebido em maiores profundidades,

retardando o processo de aquecimento e resfriamento, enquanto o solo geralmente, aquece-se e esfria-se mais rapidamente.

A proporção desigual entre as massas de terra e os corpos de água em um território produz um impacto característico no clima. Romero (2013), Torres e Machado (2016) e Ynoue et al. (2017) concordam que as massas continentais de terra produzem grandes variações térmicas ao longo de uma mesma latitude, quando em determinada longitude são delimitadas pelas águas oceânicas. O efeito de um corpo de água sobre seu entorno imediato ameniza as temperaturas extremas diurnas e estacionais; grandes massas de água possuem um pronunciado efeito estabilizador. O material dos continentes possui calor específico menor do que o da água. Considerando a radiação solar incidente numa mesma localização latitudinal, os continentes aquecem-se e resfriam-se mais rapidamente do que os oceanos.

Para demonstração dos efeitos da continentalidade e maritimidade, destaca-se uma avaliação feita por Varejão-Silva (2006) que, analisando as curvas correspondentes à estação meteorológica de Belém e Manaus, Vitória e Três Lagoas, observou que as cidades longe da costa, embora situadas praticamente na mesma latitude, ostentam curvas com amplitudes muito maiores que as litorâneas. Essa influência é chamada efeito de continentalidade.

2.3.9 Topografia

A topografia é um importante fator climático que pode influenciar as características do clima tanto em pequena quanto em grande escala. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a topografia como fator climático apresenta três atributos importantes na caracterização dos climas (posição, orientação de suas vertentes e a declividade).

A disposição do relevo pode influenciar a circulação atmosférica, facilitando ou dificultando a passagem de brisas ou das grandes massas de ar que são responsáveis pelos regimes de chuvas em diversas regiões. A movimentação dessas massas de ar sofre influências como a canalização ou desvios no trajeto provocado pela rugosidade da superfície, resultando na determinação de regiões com períodos sazonais de pouca ou muita umidade. Para determinados tipos de clima, o relevo é o fator predominante na composição das características climáticas do local.

A orientação em regiões de montes ou montanhas, as inclinações das diferentes encostas determinam as zonas que possuem abundância ou carência de energia solar. Isso irá definir as vertentes mais aquecidas e mais secas, e aquelas mais frias e mais úmidas (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). A altitude do relevo também é um importante fator que influencia a temperatura

do ar, a pressão atmosférica e a pluviosidade, podendo resultar em um clima bem distinto das áreas ao seu entorno.

2.3.10 Vegetação

Na visão de Sadourny (1994, p. 61), “entre o clima e a vegetação existe uma estreita simbiose”. O clima exerce influência importante na vida vegetal, e esta desempenha um papel regulador de umidade e temperatura nas áreas e ao entorno de regiões florestadas. Há inúmeras correlações entre vegetação e índices térmico e de umidade que possibilitam o uso de elementos do clima como critério importante para estabelecer os diferentes tipos climáticos. Uma área densamente vegetada contribui de forma significativa ao estabelecimento dos microclimas. O próprio processo de fotossíntese contribui para a umidificação do ar através do vapor d’água que é liberado. De maneira geral, a floresta tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo os extremos ambientais (Torres; Machado, 2016; Romero, 2013; Almeida, 2016).

De modo geral, a vegetação com sua intensa evapotranspiração, aumenta a umidade do ar e contribui substancialmente para a formação de chuvas garantindo a manutenção da vida. A importância da área verde mesmo que em pequena escala pode ser entendida quando nas zonas urbanas são introduzidos diferentes tipos de árvores, para atuar como redutor de temperatura do ar, uma vez que elas são vistas como sumidouros de energia radiante, refletindo a luz solar no dossel. Com relação à temperatura e à umidade do ar, há uma diferença perceptível em ambientes urbanos com intensas áreas vegetadas e outros com escassez de arborização.

2.3.11 Elementos climáticos

Os elementos climáticos são os atributos, ou seja, os componentes principais que se conjugam para caracterizar o estado da atmosfera. São eles que representam os valores relativos ao tempo atmosférico e são usados em conjunto com os fatores climáticos para caracterizar os diferentes tipos de clima no planeta. São vários os elementos climáticos, mas será abordado nesse trabalho os principais: temperatura do ar, umidade do ar, pressão atmosférica e precipitação atmosférica.

2.3.12 Temperatura do ar

A temperatura, na concepção de Mendonça e Danni-Oliveira (2007), “é a medida do calor sensível nele armazenado, sendo comumente dada em graus Celsius ou Fahrenheit e medida por termômetros”. Ela é definida tomando-se por base o grau de energia interna que cada corpo possui. A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para a outra, quando esse se desloca de um corpo que se encontra em uma temperatura mais alta para outro com temperatura mais baixa (Ayoade, 1996).

Para Marin, Assad e Pilau (2008), a temperatura é um índice que expressa a energia interna de uma substância ou um corpo qualquer. Com frequência, ela é associada às sensações de frio e calor, mas que pode ser definida mais especificamente, como a medida da energia cinética associada ao movimento (vibração) aleatório das partículas que compõem um sistema em um dado meio físico.

A temperatura é um importante elemento climático e pode variar de acordo com a intensidade de radiação solar que por sua vez vai se alterar de acordo com a posição do Sol acima do horizonte (declinação solar) ao longo de um dia, e no decorrer do ano, devido a inclinação do eixo da Terra em seu movimento de translação. Ela também está sujeita à influência da altitude, da pressão atmosférica, da umidade do ar e de outros fatores.

De modo geral, a temperatura do ar é mais elevada próximo ao solo e ela vai diminuindo à medida em que a altitude aumenta. Isso ocorre porque o aquecimento da atmosfera parte da superfície terrestre, isto é, o transporte dessa energia se dá de baixo para cima, quando a radiação solar aquece o solo e esse, transmite a energia para o ar por meio de condução, convecção ou radiação. Em média, a temperatura do ar diminui aproximadamente $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros de altitude, assim, as regiões mais aquecidas são aquelas em contato mais direto com a fonte de irradiação que nesse caso são a superfície terrestre e as águas (Torres; Machado, 2016; Ynoue et al. 2017).

2.3.13 Umidade do ar

A umidade do ar é o termo utilizado para representar ou descrever a quantidade de vapor de água que se encontra na atmosfera em determinado lugar e instante. O vapor de água é transferido para a atmosfera pelos processos de evaporação (das águas de oceanos, rios, lagos e do solo) e a evapotranspiração dos vegetais e transpiração dos animais.

Como aponta Ayoade (1996), o vapor de água pode corresponder apenas a 2% da massa total da atmosfera e 4% de seu volume, ele é, no entanto, o componente atmosférico mais importante na determinação do tempo e do clima. A quantidade de vapor de água presente na

atmosfera varia de lugar para lugar e de um período para outro, em determinada localidade. Esse percentual pode variar de quase zero, em áreas quentes e áridas, até um máximo de 3% nas latitudes médias e 4% nos trópicos úmidos. A capacidade de contenção do vapor de água na atmosfera é função da temperatura do ar, mas depende da disponibilidade de água presente na superfície.

A umidade do ar pode ser abordada por meio de vários termos conhecidos, entre eles a umidade absoluta, umidade específica e umidade relativa do ar:

A umidade absoluta expressa o peso do vapor de água em um dado volume de ar, representado em gramas por metros cúbicos (g/m^3). Todavia a umidade absoluta não é muito utilizada porque pode não retratar a quantidade real de vapor existente no ar, já que o ar muda de volume ao ascender e ao descender.

A umidade específica é dada pela razão entre o peso do vapor de água (portanto, seu peso) e o peso do ar, isto é, quantos gramas de vapor existem em cada quilograma de ar úmido. Similarmente, a razão de mistura é a relação entre a quantidade de vapor em gramas existente em um quilograma do ar, sem o peso do próprio vapor, isto é, ela retrata a mistura do vapor no ar seco.

Umidade relativa é certamente o termo mais conhecido para representar a presença do vapor no ar. Termo-higrômetros e psicrômetros são utilizados para medi-la. Ela expressa uma relação de proporção relativa entre o vapor existente no ar e O vapor no ponto de saturação do mesmo ar (à mesma temperatura). Em outros termos, ela mostra em porcentagem o quanto de vapor está presente no ar em relação à quantidade máxima possível de vapor que nele poderia haver, sob a temperatura em que se encontra. (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, p. 62)

2.3.14 Pressão atmosférica

Nosso planeta está envolvido por uma camada gasosa que chamamos de atmosfera. O ar, assim como todos os corpos na Terra, possui massa e peso. Segundo Varejão-Silva (2006), denomina-se pressão atmosférica o peso exercido por uma coluna de ar, que se encontra acima de um observador em um dado instante e local sobre uma superfície, de uma área unitária. Esse peso é o resultado da força gravitacional exercida pela Terra em relação a um corpo. Essa atração exercida pelo planeta, determina que haja uma concentração maior das moléculas de ar em direção ao solo.

A pressão atmosférica está sujeita a influência de vários fatores como a radiação solar, a latitude e a altitude, que por sua vez influenciam a temperatura. Para Ynoue et al. (2017), os

gases têm a propriedade de se expandir quando aquecidos e a se tornar mais densos quando são resfriados. Isso determina que a temperatura, a densidade e a pressão estão relacionadas. Ainda de acordo com o autor a pressão em qualquer altitude na atmosfera é igual ao peso do ar acima dessa altitude por metro quadrado. Quanto mais elevado na atmosfera, o ar torna-se menos denso, pois a força de gravidade empurra o ar em direção à superfície terrestre, sendo assim, há um decréscimo da pressão com a altitude.

Como o ar é um fluido, sua tendência é se mover deslocando-se de regiões de alta pressão em direção às áreas de menor pressão. Portanto a circulação do ar na atmosfera está intimamente relacionada com a distribuição da pressão atmosférica no planeta, embora existam outras forças, que podem modificar bastante a tendência inicial do ar de mover-se diretamente para as regiões onde a pressão estiver mais baixa.

2.3.15 Precipitação

De modo geral, o termo precipitação corresponde a toda queda de água da atmosfera, podendo ocorrer dentre outras formas a: chuva, chuveiro, neve e granizo. Para Varejão-Silva (2006) a precipitação em forma de chuva, corresponde a queda de água em estado líquido, com a formação de gotas com diâmetro superior a 0,5 cm, enquanto o chuveiro ou garoa, é a forma de precipitação com gotas inferior a 0,5 cm. Os granizos são formados por grãos de gelo transparente ou translúcido, podendo se apresentar de forma esférica ou em diferentes formatos irregulares, geralmente com diâmetro superior a 0,5 cm.

A precipitação em forma de chuva ocorre quando massas de ar úmido se elevam a grandes altitudes, devido à convecção, pelo encontro de duas massas de ar quentes e frias ou devido ao efeito orográfico. A chuva é caracterizada de acordo com sua origem, podendo ser enquadrada em três tipos: frontal ou ciclônica, convectiva e orográfica (Almeida, 2016).

A quantidade de chuva é normalmente expressa pela altura em milímetros da camada d'água que se formaria sobre uma superfície horizontal, plana e impermeável, com 1 m² de área. Uma coluna de água da chuva com um milímetro, corresponde à queda de um litro de água por metro quadrado da projeção da superfície terrestre (Varejão-Silva, 2006).

A pluviosidade, isto é, a quantidade de chuva que ocorre em uma área, num determinado período de tempo é medida por meio de um pluviômetro. Os pluviômetros, podem ser analógicos, quando o observador tem que registrar diariamente os índices pluviométricos em uma estação convencional, ou automáticos, quando os índices pluviométricos, são registrados, armazenados em um *datalogger* e transmitidos para um centro de monitoramento atmosférico.

2.3.16 Clima urbano

As atividades humanas provocam interferência no ambiente gerando alterações no clima local dos grandes centros urbanos, resultando no surgimento de um microclima, ou seja, um clima urbano que apresenta características distintas do tipo climático predominante ao seu entorno. A urbanização e industrialização constituem um excelente indicador do nível de desenvolvimento no mundo, porém, também são responsáveis por problemas ambientais e climáticos que comprometem a qualidade de vida da população urbana.

O processo acelerado de urbanização tem contribuído cada vez mais para as transformações no meio ambiente que impactam no clima local. De acordo com Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 2018, cerca de 4,22 bilhões de pessoas já residiam em áreas urbanas. Esse número representava 55,5% da população global e poderá chegar a 6,68 bilhões até o ano de 2050, quando as cidades abrigarão 68,3% da população mundial (United Nations, 2019). A Organização Meteorológica Mundial (OMM) estima que cerca de 70% das emissões de gases de efeito estufa vêm de áreas urbanas, que ao mesmo tempo oferecem enorme potencial de mitigação das mudanças climáticas por meio do aumento da eficiência energética e de um afastamento das formas poluidoras de produção (world meteorological organization, 2022).

Os estudos sobre o clima urbano são bastante antigos e ocorrem em diversas partes do globo, no sentido de contribuir para mitigar as implicações decorrentes das especificidades de cada região. Segundo Oke (1978), o clima urbano pode ser descrito como o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência causada pela urbanização nas características da atmosfera de uma determinada região.

Uma das modificações no clima das grandes cidades e regiões metropolitanas são as ilhas de calor. De acordo com Ynoue et al. (2017), as ilhas de calor são anomalias térmicas em que o ar da cidade se torna mais quente do que as áreas rurais ou das regiões vizinhas. Seus efeitos são consequências das modificações causadas pelo homem no solo e na atmosfera. As edificações, as pavimentações asfálticas e a redução da vegetação em conjunto com a elevada carga de poluição atmosférica são os grandes responsáveis pelo aumento da temperatura do ar e do desconforto térmico nas áreas urbanas.

As ilhas de calor surgem a partir do momento em que se altera o uso do solo, isto é, quando as superfícies naturais são modificadas para atender as necessidades de infraestrutura urbana. O problema da poluição nos grandes centros urbanos é agravado pela inversão térmica, que é um fenômeno natural. No entanto, ela contribui para o aumento da concentração de

diversos gases nocivos na camada mais baixa da atmosfera, como foi observado por Nidzgorska-Lencewicz e Czarnecka (2020), na cidade de Wrocław na Polônia.

A existência das ilhas de calor e suas implicações têm sido amplamente pesquisadas e constatadas em cidades de diferentes portes pelo mundo, como observado por Zhang et al. (2010), Zhou et al. (2017), Kim e Brown (2021). Esses estudos evidenciaram um aumento na onda de calor urbano, provocando problemas de saúde, aumento no consumo de energia e modificando aos poucos os hábitos da população que tende a adaptar-se com a mudança no microclima urbano. Como o crescimento urbano continua acelerado em muitas cidades de porte médio e grande. Ainda é grande a necessidade de novos estudos que possam diagnosticar e busquem mitigar os problemas gerados pelas ilhas de calor urbano.

2.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para subsidiar o conhecimento acerca da contribuição da iniciação científica (IC) na educação básica, foi realizada uma pesquisa em diversas bases de dados como a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, Google acadêmico e base de dados eletrônica SciELO (Scientific Electronic Library on Line). O objetivo foi identificar o que se conhece e o que está sendo trabalhado em iniciação científica, sobretudo, no ensino médio, e quais os avanços que ela teve na contribuição de ensino-aprendizagem e na inserção de alunos da educação básica na vida acadêmica.

O levantamento bibliográfico sobre o estado da arte relacionado ao tema “iniciação científica” foi realizado inicialmente com um intervalo de cinco anos, considerando o início dessa pesquisa (2021). Ao longo do desenvolvimento do trabalho, verificou-se a necessidade de atualizar as informações de pesquisas publicadas sobre o assunto, estendendo o período até o ano de 2023, elevando a janela temporal da pesquisa para sete anos. Foram utilizadas as palavras chave: iniciação científica, iniciação científica na educação básica, iniciação científica no ensino médio, estação meteorológica pedagógica, estação meteorológica com Arduino. Estação meteorológica na escola.

Primeiramente a busca foi priorizada nos catálogos de teses e dissertações no banco de dados da CAPES e BDTD, a fim de encontrar trabalhos desenvolvidos nos programas de pós-graduação *stricto sensu*. A pesquisa nos portais resultou em um total de 120 teses e dissertações, excluindo aquelas que apresentaram problemas nos links para a página de hospedagem e foram desconsideradas. Na sequência, efetivou-se a leitura geral dos resumos dos trabalhos com o intuito de filtrar os objetivos relacionados ao escopo dessa pesquisa.

Desse total, 63 teses e dissertações foram desenvolvidas tendo como objeto de estudo a iniciação científica no ensino superior. 9 trabalhos foram realizados com o foco apenas no ensino fundamental, 34 pesquisas foram no âmbito do ensino médio e 14 trabalhos foram desenvolvidos com foco na educação básica, sendo investigado o ensino fundamental e o ensino médio.

Foram selecionadas as 48 teses e dissertações que tinham estudos relacionados a iniciação científica no ensino médio, para uma leitura dos resumos, materiais e métodos ou percursos metodológicos e as conclusões finais. Após a análise dessas pesquisas, verificou-se que a maioria não trabalhou diretamente com a atividade de iniciação científica no ensino médio. Algumas pesquisas foram direcionadas para a capacitação de professores para atuarem na iniciação científica, outros trabalhos tiveram como objetivo o estado da arte sobre o tema, ou seja, se dedicaram em descrever a importância da iniciação científica no ensino-aprendizagem baseadas em análise documental, estudo de caso de projetos desenvolvidos e de publicações anteriores.

Posto isso, foram identificadas 15 teses e dissertações que trabalharam sobre o assunto de iniciação científica no ensino médio, com contato direto com alunos e professores na escola. Esses trabalhos foram lidos na íntegra e estão relacionados em ordem cronológica no Quadro 1.

Quadro 1 – Pesquisas de pós-graduação stricto sensu, sobre IC no Ensino Médio, 2017 à 2023.

	Autor e Título	Tese / Dissertação e ano
1	BARATTA, M. S. S. Iniciação científica na escola pública: blog como instrumento de educação científica.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas, Sociais e da Natureza. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.
2	COUTO, M. R. A. M. Os clubes de ciências e a iniciação à ciência: uma proposta de organização no ensino médio.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília, Brasília, 2017
3	OLIVEIRA, F. P. Z. Pactos e impactos da iniciação científica na formação dos estudantes do ensino médio.	Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
4	DAMINELLI, E. A pesquisa e a produção de conhecimento nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no RS: um estudo sobre a iniciação científica com estudantes do ensino médio técnico.	Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

5	GONÇALVES, D. A. C. A iniciação científica no ensino médio: contexto atual, desafios e perspectivas na área de ciências da natureza.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.
6	PRIMAVERA, A. P. Iniciação científica no ensino médio: contribuições do Programa Ciência na Escola.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.
7	QUEIROZ, M. V. A. Projeto de iniciação científica para alunos do ensino médio.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Mestrado profissional em Ensino de Física. Universidade de Brasília. Brasília, 2018.
8	SILVA, T. M. S. Iniciação científica com projetos de botânica no ensino médio.	Dissertação de Mestrado. Mestrado profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.
9	OLIVEIRA, S. F. A. Iniciação científica no ensino médio integrado: um estudo de caso no Instituto Federal Goiano –Campus Morrinho.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2020.
10	PASSOS, P. K. C. N. O uso da metodologia científica como instrumento de aprendizagem para o ensino de biologia: uma proposta de ensino por investigação.	Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. Universidade Federal de Pernambuco. Vitória De Santo Antão, 2020.
11	SANTOS, S. A. Um grupo de iniciação científica na educação básica: um percurso formativo para aprendizes.	Tese Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2020.
12	GOMES, S. R. A contribuição da iniciação científica para o letramento científico na educação profissional e tecnológica: concepções e práticas a partir de projetos do IFSP-Campinas.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.
13	SILVA, J. J. B. Iniciação científica júnior: uma proposta de atividade de aprendizagem.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2021.
14	LIMA, N. J. F. Iniciação científica na área de ciências da natureza no ensino médio e a formação do estudante pesquisador.	Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas. Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, 2023.
15	SILVA K. L. Contribuições e desafios da iniciação científica júnior.	Dissertação Mestrado. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023.

Fonte: elaborado pelo autor.

Embora a seleção de trabalhos aqui relacionada tenha ocorrido com contato direto do pesquisador com estudantes e professores, a maioria deles não desenvolveu projetos de iniciação científica juntamente com seus alunos. Ou seja, não proporcionaram a eles uma prática de pesquisas com métodos científicos na escola.

Muitos deles tinham em seus objetivos investigar, identificar ou analisar o desenvolvimento e as contribuições da iniciação científica no ensino médio como observados em Couto (2017), Oliveira (2017), Daminelli (2018), Gonçalves (2018), Primavera (2018), Oliveira (2020), Santos (2020) e Gomes (2021), que utilizaram como estratégias metodológicas uma análise documental e levantamento bibliográfico acerca de projetos de Iniciação Científica Júnior (ICJ), mas também recorreram a entrevistas com alunos e professores utilizando questionários semiestruturados para a coleta de dados.

Entre as 15 teses e dissertações selecionadas no quadro 1, apenas seis estudos estiveram diretamente relacionados às práticas de pesquisas envolvendo o pesquisador e os alunos, no desenvolvimento dos projetos de iniciação científica. Entre os trabalhos, cuja a implantação e o desenvolvimento do projeto de iniciação científica na escola era parte ou a essência do objetivo geral da tese ou dissertação, encontram-se as pesquisas de Barata (2017), Queiroz (2018), Silva (2019), Passos (2020), Silva (2021) e Lima (2023).

Oliveira (2017) descreve um histórico das pesquisas em IC em diversas instituições do Brasil e também discorre sobre as percepções dos alunos sobre o IC no Instituto Federal Catarinense em Rio do Sul. Segundo ele, a ICJ contribui para a autonomia e a dialogicidade entre professor orientador e aluno, promovendo uma integração entre as diversas áreas do conhecimento, dinamizando o ensino aprendizagem e potencializando as atividades de pesquisa.

Gonçalves (2018) e Primavera (2018) ressaltam que os professores demonstram que buscam desenvolver ações voltadas para a pesquisa e apontam a necessidade de cursos fundamentados no desenvolvimento de investigação científica, com destaque para experiências práticas. Ainda salientam que os programas de ICJ aproximam estudantes de situações reais do cotidiano, contribuindo para desenvolver habilidades de observação e resolução de problemas. Ao entrevistar professores e alunos que desenvolveram algum projeto de IC em suas escolas, os autores consideram importante a prática da IC no ensino médio, como forma de diversificar suas metodologias para o ensino.

Ao estudar as atividades de ICJ da Fundação de Ensino de Contagem, utilizando, entre outros métodos, a entrevista e questionários semiestruturados, Silva (2023) também descreve o

desenvolvimento de habilidades e competências como argumentação, tomada de decisões e pensamento crítico do discentes. Todavia, em algumas situações os alunos relataram dificuldades com relação à adequação das atividades ao tempo vigente, que é insuficiente para a realização da pesquisa e a escrita científica dos relatórios.

A ICJ no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Campinas, contribui para a formação crítico-científica de seus participantes, o que pode evidenciar a existência de pressupostos de ciência, tecnologia e sociedade e de letramento científico nos programas institucionais de pesquisa estudados (Gomes, 2021). As instituições têm um papel relevante na promoção de uma educação científica que seja capaz de formar cidadãos críticos, criativos e preparados para enfrentar os desafios da sociedade. Por conseguinte, a IC tem papel importante como uma estratégia para qualificar a formação dos estudantes de Ensino Médio Técnico fortalecendo a pesquisa nos Institutos Federais (Daminelli, 2018).

Estudos de Oliveira (2020) e Santos (2020) apontam as contribuições que a iniciação científica proporcionou ao ensino médio, sobretudo nas técnicas de pesquisa, escrita científica e publicações dos trabalhos desenvolvidos. Couto (2017) destaca a atuação e desenvolvimento de ações de um clube de ciências, que desenvolve vários projetos realizados por alunos de diferentes séries em um Centro de Ensino Médio de Brasília, Distrito Federal. O clube de ciências se mostrou um ambiente propício para a iniciação científica, contribuindo para a formação de cidadãos éticos e reflexivos.

Com relação aos autores que desenvolveram projetos de iniciação científicas em suas escolas ou institutos, a maioria não conseguiu publicar os resultados das pesquisas, tendo o aluno como autor ou coautor de um artigo científico, ou resumo científico em periódicos ou em anais de feiras, congressos e seminários. Embora, em quase todos os projetos de IC foram evidenciadas as habilidades e competências para a análise de dados e conclusões com escrita científica, o processo de divulgação e publicação das pesquisas não foi concretizado ou não faziam parte dos objetivos da IC.

As pesquisas desenvolvidas por Passos (2020), em Garanhuns (PE), e por Lima (2023), em Guarantã do Norte, MT, com alunos do ensino médio, são exemplos das atividades IC que não culminaram com uma publicação científica, tendo o aluno como autor ou coautor. Embora seja indiscutível que os resultados alcançados possibilitaram a alfabetização científica, desenvolveram as habilidades de pesquisa e investigação, além da formação crítico-científica dos discentes envolvidos.

Silva (2019), em sua dissertação de mestrado, desenvolveu diferentes projetos de pesquisa com alunos do ensino médio, visando a iniciação científica. O autor conduziu os estudantes na construção da pesquisa, passando por todas as etapas do processo de investigação. Para a divulgação dos resultados dos estudos, foi utilizado um blog, que providencialmente era o resultado de um dos projetos de pesquisa da IC na escola. Baratta (2017) desenvolveu a IC na educação básica, tendo como objetivo geral a construção de um blog, para auxiliar na orientação dos alunos sobre a produção da pesquisa científica, evidenciando a importância dos recursos das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) como metodologias de ensino aprendizagem na iniciação científica.

A dissertação de mestrado de Silva (2021) foi a única pesquisa com iniciação científica consultada que relatou publicações dos trabalhos desenvolvidos com autoria dos alunos. O autor descreve a criação de um grupo de IC envolvendo alunos da educação básica de uma escola estadual e uma municipal. Os alunos produziram pesquisas com temas diversos, e os resultados foram apresentados e publicados em feiras científicas em nível municipal e estadual. O projeto também materializou uma publicação em um Seminário Nacional de Educação Especial que virou capítulo de livro decorrente das publicações do evento. Segundo o autor, para que a atividade de aprendizagem e a ICJ seja bem-sucedida, deve haver uma coincidência entre o objeto de aprendizagem e as motivações dos estudantes. Ao mesmo tempo, considera-se importante os orientadores estar em atividade de ensino no próprio ambiente escolar, para a proposta estar ligada a uma atividade pedagógica.

Queiroz (2018) apresenta um trabalho, em que desenvolveu um projeto de iniciação científica no ensino médio, evidenciando as dificuldades encontradas durante a execução do projeto. O grupo de IC iniciou com 24 alunos voluntários cheios de entusiasmos e expectativas. Ao longo do decurso, as atividades propostas pelo orientador, exigiam comprometimento com a leitura de artigos científicos, resolução de problemas, e ensaios de escrita científica. A demanda de atividades que eram, perfeitamente exequíveis no tempo proposto, provocaram o desinteresse e o abandono de grande parte dos integrantes.

Como a participação no projeto mencionado era voluntária, não tendo nenhum incentivo financeiro, e nenhum benefício com notas no sistema avaliativo, nos componentes curricular da escola, o interesse e euforia dos alunos pela iniciação científica, acabavam quando as exigências com a produção de leitura e escrita começavam. “Segundo a percepção do autor, grande parte dos alunos procurava inicialmente no projeto científico algo mais lúdico, mais fácil e talvez até mais socializador do que um trabalho organizado e desafiador, como propunha o autor” (Queiroz, 2018, p. 61).

Ainda, segundo o autor, o projeto de IC nessa escola não foi concluído devido a desistência gradual dos 24 alunos que se dispuseram a participar da pesquisa. Ao contrário do que se percebe na literatura, a dissertação de mestrado foi defendida sem que se atingisse o objetivo geral da pesquisa, evidenciando que não basta a melhor metodologia para o ensino, necessita também que tenha o interesse e a vontade de aprender do aluno. Para Queiroz (2018, p. 75), “[...] ao seguir a teoria da aprendizagem de Ausubel, no que tange ao papel do professor e do aluno, possa ter havido frustração dos discentes que entenderam o Projeto de Iniciação Científica como um projeto lúdico e sem responsabilidades acadêmicas”.

Mencionado pela maioria dos autores, o Programa de Vocação Científica (PROVOC) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) se consolida como o primeiro programa brasileiro a inserir o estudante de ensino médio no ambiente de pesquisa científica. Implementado em 1986, o PROVOC inspirou diversos outros programas de iniciação científica para a educação básica por meio de parcerias com universidades e institutos de pesquisa (Silveria, 2018). O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) inspirado nos modelos existentes, implementa em 2003 o seu próprio programa de Iniciação Científica Junior (ICJ), dedicado a alunos da educação básica.

Embora institucionalizada, a ICJ mantida pelo CNPq não consegue atender a grande maioria dos alunos do país. Muitas escolas, professores e gestores não tem informações necessárias e suficientes para permitir que seus alunos tenham a oportunidade da experimentação do fazer científico. Em algumas unidades educacionais, onde o professor já vivenciou uma pesquisa ao concluir uma pós-graduação, arriscam a incluir a iniciação científica em suas escolas.

A iniciação científica na sala de aula, por vezes está associada aos assuntos dos conteúdos descritos no planejamento anual do componente curricular. Ótimas estratégias adotadas pelos docentes que utilizam de diversas metodologias para ensinar o conteúdo programático, introduzindo técnicas de pesquisa científicas, proporcionando aos discentes o fazer científico. Todavia, na maioria das vezes, a carga horária do componente curricular não é o suficiente para aprofundar na investigação e a pesquisa não é concluída ou é finalizada sem atender todos objetivos propostos.

Ainda sobre o levantamento bibliográfico do estado da arte com projetos de iniciação científica no período selecionado, foi realizado busca nas bases de dados de periódicos já citados anteriormente, utilizando as palavras chaves já mencionadas. Em um primeiro momento, o objetivo era encontrar artigos científicos relacionados à iniciação científica no ensino médio, principalmente em escolas brasileiras.

O resultado da busca retornou dezenas de artigos. No entanto, a maioria dessas pesquisas retratavam o estado da arte sobre o assunto com experiência no ensino superior. Entre os trabalhos que estavam relacionados ao ensino médio, grande parte já era pesquisa de teses e dissertações que foram abordadas anteriormente (Quadro 1).

Posto isso, foi selecionado um total de nove artigos que versa sobre a iniciação científica no ensino médio. Essas pesquisas estão descritas em ordem cronológica no Quadro 2. Todavia, cinco trabalhos apresentam o estado da arte com as contribuições da IC na educação de nível médio ou investigaram sobre a percepção dos alunos da IC por meio de entrevistas e questionários. Apenas quatro artigos verdadeiramente desenvolveram atividades com projetos de iniciação científica e relataram experiências envolvendo o autor da pesquisa e os alunos em sala de aula.

Quadro 2 - Artigos sobre iniciação científica no Ensino Médio.

	Autor e Título	Publicação e Ano
1	COSTA, W. L.; ZOMPERO, A. F. A Iniciação científica no Brasil e sua propagação no ensino médio.	Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 8, n. 1, p. 14-25, 7 abr. 2017.
2	MEYER, et al. Iniciação científica no ensino médio: a construção de um aparato experimental de baixo custo para estudo da Lei de Lambert-Beer a partir de um circuito montado com fotoresistor LDR.	REAe - Revista de Estudos Aplicados em Educação, v. 3, n. 5, jan./jun. 2018.
3	OLIVEIRA, A. BIANCHETTI, L. Iniciação científica júnior: desafios à materialização de um círculo virtuoso.	Ensaio vol.26, n.98, pp.133-162, 2018.
4	ZOMPERO, A. F.; GARBIM, T. H. S.; SOUZA, C. H. B.; BARRICHELO, D. Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um projeto de iniciação científica no ensino médio.	Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, v. 13, n. 2, p. 325-337, 2018.
5	BESSA, E. G. LIMA, I. V. D. L. A história e os objetivos da iniciação científica no ensino médio: uma análise a partir dos programas do Estado do Rio de Janeiro.	Revista Sobretudo, vol. 8, n. 2, 2019.
6	OLIVEIRA, R. B.; AZEVEDO, J. M. A; AZEVEDO, H. S. F. S.; ROCHA, M. S. M. Contribuições da iniciação científica nos cursos técnicos de nível médio do Instituto Federal do Acre.	Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, v. 1, n. 16, p. 7741, 2019.
7	ZOMPERO, A. F.; HOLPERT, L. N. R. S. Habilidades cognitivas de percepção das evidências expressas por estudantes brasileiros do ensino médio na resolução de situações-problemas.	REXE-Revista de Estudios y Experiencias en Educación, vol. 18, número 38, 2019.
8	ADAMS, F. W.; ALVES, S. D. B.; SANTOS, D. G.; NUNES, S. M. T. Feira de ciências: formando para a cidadania.	Revista extensão & cidadania. v. 8, n. 13, p. 85-104, jan./jun. 2020.

9	OLIVEIRA, V. H. N.; VASQUES, D. G. A construção do estado do conhecimento sobre iniciação científica na educação básica.	Revista e-Curriculum, São Paulo, v. 19, n.3, p. 1240-1262, jul. /set. 2021.
---	--	---

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim como nas teses e dissertações analisadas, muitos artigos que tratam sobre a iniciação científica no ensino médio optaram por realizar estudos teóricos, construindo um estado da arte e apontando a trajetória da implantação do ICJ no país. Na sequência é dada ênfase em estudos de casos de IC desenvolvidas em Institutos Federais e escolas estaduais, por meio de questionários e entrevistas a docentes e discentes envolvidos nos projetos.

Oliveira e Vasques (2021) produziram um estado do conhecimento com diversos trabalhos em um período de 10 anos, com pesquisas relacionadas a iniciação científica no ensino médio. A maioria das estratégias metodológicas das pesquisas empregaram entrevistas, como recurso de coleta de dados, seguidos de questionário, análise documental e observação participante. Os autores constataram que é uma tendência em pesquisas originais, utilizar múltiplas estratégias para alcançar os resultados. Oliveira e Bianchetti (2018) traz a trajetória da institucionalização da ICJ, a partir do ano de 2015, e reforça a necessidade da ampliação do número de bolsas de ICJ, para que muito mais alunos possam vivenciar o fazer científico. Segundo os autores, atualmente a oportunidade de um fomento para a ICJ está restrita apenas a um grupo seleto que conquistou o privilégio de viver essa experiência.

Em muitos casos o incentivo financeiro para a pesquisa pode ser crucial para se criar e manter projetos de IC. De acordo com Costa e Zompero (2017), muitos programas que financiam e possibilitam o desenvolvimento de pesquisa na educação básica são desconhecidos pelos docentes. Os autores colocam ainda que a falta de divulgação no ambiente escolar pelos órgãos competentes tem dificultado o acesso a projetos de IC nas escolas, pois são os docentes que implementam as pesquisas, garantindo que os alunos tenham acesso às bolsas oferecidas pelas agências de fomento à pesquisa.

Oliveria et al. (2019), ao realizar um estudo sobre a IC nos cursos técnicos de nível médio do Instituto Federal do Acre, depreenderam que os alunos consideraram a IC muito importante e que ela contribuiu significativamente para sua formação acadêmica. Ao mesmo tempo, o autor aponta as dificuldades de preenchimento de todas as vagas e a permanência de muitos estudantes na pesquisa. Os motivos da evasão dos jovens pesquisadores, muitas vezes, se esbarram em baixos investimentos em infraestrutura, capacitação dos docentes orientadores e recursos financeiros para a pesquisa.

Bessa e Lima (2019), ao investigar quatro programas de IC no ensino médio do Rio de Janeiro, vislumbraram diversas possibilidades para despertar vocações científicas em alunos que ainda não fizeram suas escolhas profissionais. Tendo em vista que além de vivenciarem as técnicas e rotinas da pesquisa científica, possibilita uma ponte para a transição entre o ensino médio e a educação superior. Para os autores, a iniciação científica é um conjunto de conhecimentos preciosos para iniciar os jovens ao método do fazer científico.

Zompero et al. (2018) e Zompero e Holpert, (2019) coordenaram um projeto de iniciação científica com alunos do ensino médio, com o objetivo de identificar a capacidade dos alunos de elaborar conclusões com base na evidência, bem como entender o raciocínio dos estudantes quando realizam esses processos de investigação na pesquisa. O estudo revelou que os estudantes adquiriram parcialmente a capacidade de identificar evidências e produzir conclusões baseadas em evidências. Ainda assim, os autores consideraram os resultados satisfatórios, mas admitem a necessidade de se investir mais em estudos, para acompanhar os estudantes no desenvolvimento de habilidades cognitivas de natureza investigativa.

Projetos de ICJ financiados pelas agências de fomento, não são oferecidos em quantidades suficientes e nem chegam a maioria das escolas de educação básica distribuídas pelo país. Uma alternativa viável e que vem sendo disseminada em diversos estados são as feiras de ciências, de nível, municipal, regional ou estadual. As feiras de ciências têm proporcionado diversas produções de pesquisas no interior das escolas e têm ajudado a difundir o espírito científico entre os discentes pelo Brasil.

Inúmeros projetos de iniciação científica são desenvolvidos em escolas públicas, sendo motivados pela possibilidade de serem apresentados em feira de ciências. Destaca-se entre outros o estudo, Meyer, et al. (2018), que desenvolveu projeto de iniciação científica com alunos do ensino médio, apresentando seus experimentos em feira científica. Nesse caso o estudo foi bem avaliado e inspirou os autores a publicar a pesquisa como artigo científico com coautoria dos alunos envolvidos.

Adams, et al. (2020) descrevem a participação de 126 alunos da educação básica, proveniente de 10 escolas públicas e privadas em uma feira de ciências em Catalão. A análise dos dados revelou ganhos significativos no processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Para os autores, a apresentação de projetos de pesquisa na feira contribuiu substancialmente para o desenvolvimento social e cultural dos alunos, auxiliando também para o desenvolvimento do respeito mútuo e a compreensão das diferenças.

Grande parte da prática científica nas escolas é impulsionada por meio das feiras de ciências, que geralmente são realizadas uma vez ao ano na unidade escolar ou no município,

porém, na maioria das vezes os projetos acabam por ficar engavetados assim que a feira termina. Não há uma continuidade no desenvolvimento dos projetos expostos, seja para aperfeiçoamento de um produto que poderia trazer benefícios para a própria comunidade, ou para a publicação dos trabalhos no formato de artigos científicos em revistas apropriadas. Gallon et al. (2019), considera que a feira de ciências deve primar pela construção dos conhecimentos dos estudantes, ao invés da repetição e idealização apenas de produtos já criado por outros pesquisadores. Assim sendo, deve ser pensado no aprimoramento do produto da pesquisa e principalmente na ampla divulgação dos resultados na esfera científica.

As feiras de ciências possibilitam o desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo, análise de informações, contribui também para torna-los cidadãos mais ativos e críticos na sociedade. “[...] por meio das Feiras de Ciências, os alunos se sentem valorizados, compreendem a importância de seu trabalho, ao apresentá-lo aos visitantes ao mesmo tempo em que percebem o reconhecimento da comunidade, colegas e professores” (Adams, 2020, p. 101).

Para finalizar a construção do estado da arte deste trabalho, descrevemos o resultado da busca nos bancos de dados mencionados, utilizando as palavras chaves que remetem ao tema desta tese, que se refere a estação meteorológica e climatologia na escola.

Não foi encontrado nenhuma tese ou dissertação com o objetivo de promover a iniciação científica utilizando uma estação meteorológica ou a climatologia no ensino médio.

No entanto, foi localizado três dissertações e uma monografia, que desenvolveram pesquisas sobre o uso de uma estação meteorológica de baixo custo, como subsídios para o ensino aprendizagem. Embora os autores não tivessem como objetivos a inserção dos alunos na iniciação científica, com o intuito de dar continuidade em pesquisas e consequentemente a divulgação de trabalhos pelos alunos, a alfabetização científica esteve presente no desenvolvimento desses projetos. Os trabalhos estão relacionados em ordem cronológica no Quadro 3.

Quadro 3 - Pesquisas relacionadas à estações meteorológicas na escola.

	Autor e Título	Tese / Dissertação e ano
1	PINTO, F. C. R. Proposta de sequência didática baseada na aprendizagem significativa: construção de uma miniestação meteorológica com Arduino.	Dissertação de Mestrado. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Universidade Estadual Paulista. UNESP, 2018.
2	VIDAL, R. S. M. F. Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de	Dissertação de Mestrado. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de

	variáveis meteorológicas e da confecção de miniestação meteorológica portátil com Arduino	Física. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, 2018.
3	MOCÓ, G. S. Estudo de termodinâmica por uma estação meteorológica experimental em Arduino.	Dissertação de Mestrado. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. UFMT, 2020.
4	BERTELLI, L. Confecção de uma miniestação meteorológica para o ensino de física no ensino médio.	Monografia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – <i>Campus: Bento Gonçalves</i> Licenciatura em Física. 2022.

Fonte: elaborado pelo autor.

É notório a contribuição que o desenvolvimento dessas pesquisas proporcionou na alfabetização científica aos estudantes da educação básica. Pinto (2018) e Mocó (2020) produziram com seus alunos uma estação meteorológica automática de baixo custo, com o objetivo de possibilitar o ensino de física mais atrativo. Os autores consideram que ao construir os equipamentos meteorológicos, os alunos desenvolveram diversas competências e habilidades que contribuíram de forma significativa para a sua formação acadêmica.

Vidal (2018), ao propor a construção de uma estação meteorológica portátil para o ensino de termodinâmica, promoveu a aprendizagem significativa para alunos, por meio da experimentação do desenvolvimento tecnológico. A autora produziu um material didático sobre seu experimento, para reprodução de uma estação meteorológica afim de contribuir com o ensino de termodinâmica no componente curricular de Física nas escolas de educação básica. Bertelli (2022), também objetivou em seus estudos a produção de instrumentos meteorológicos, para servir de materiais didáticos. Justifica ainda, que o professor poderá levar o aluno a relacionar as situações cotidianas, com os assuntos estudados, promovendo maior significado ao ensino de física.

As publicações em periódicos que apresentaram projetos de iniciação científica, tendo como objeto de estudo a climatologia escolar na educação básica, são em quantidade modesta, sugerindo que ainda há muitas atividades a serem desenvolvidas visando a alfabetização científica. Importa destacar o trabalho de Barbosa, et al. (2021), intitulado: Meninas nas ciências: um projeto multidisciplinar focado em despertar o interesse pelas áreas STEM. Nesse projeto também foram desenvolvidas estações meteorológicas com Arduino, para instigar o talento científico feminino na educação básica. Melo, Bremgartner e Souza (2020) se valeram de projetos de cultura maker interdisciplinar para promover o ensino de física e programação

básica, construindo estação meteorológica automática, facilitando a aprendizagem dos estudantes.

Em sua pesquisa sobre a climatologia no ensino médio, Corrêa (2018) analisou o nível de conhecimento acerca dos estudos climatológicos de alunos de 1º, 2º e 3º ano do ensino médio em uma cidade no interior de Alagoas e constatou que o nível de conhecimento daqueles alunos estava abaixo do esperado para as séries onde se encontravam. Na ocasião o autor aponta que na unidade escolar não havia desenvolvimento de projetos de pesquisa, e muitas vezes os conteúdos de climatologia eram tratados de forma superficial, o que não proporciona as condições necessárias para despertar maior interesse nos alunos para o assunto estudado.

Allocca (2021) desenvolveu um trabalho de campo envolvendo 36 alunos do 1º ano do ensino médio para avaliar o campo térmico da região central na cidade de Ponte Nova - MG, monitorando a temperatura do ar em diferentes pontos da zona urbana. Nessa pesquisa, foi produzida uma experiência significativa com o fazer científico envolvendo os alunos do ensino médio, em consonância com os objetivos propostos aqui nesse trabalho.

A continuidade da existência do conhecimento científico para gerações futuras, com descobertas, criações, inovações e produções depende dos investimentos na formação de novos pesquisadores. O espírito científico pode ser estimulado desde cedo quando o indivíduo ainda está cursando a educação básica. Nessa fase, ele já deve exercitar a capacidade de formular problemas e tecer respostas para a solução. “Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”. (Bachelard, 1938 p.18).

A produção de conteúdo científico e sua divulgação é indispensável para disseminação das práticas de pesquisas científicas nas escolas de educação básica. Quanto mais cedo o aluno desfrutar dos métodos e técnicas de pesquisa, mais promissora será sua carreira e vida acadêmica. De acordo com Oliveira e Faltay (2011, p. 182) “A maioria das pessoas, por não terem tido exposição adequada à ciência, parecem desencadear uma espécie de “síndrome alérgica” e, em casos mais graves, de repulsão à ciência”.

A análise dos trabalhos de IC desenvolvidos na educação básica, sobretudo no ensino médio, evidenciou inúmeras pesquisas que estavam relacionadas ao tema, no entanto, a maioria deles se preocuparam apenas em destacar a importância da iniciação científica na educação básica. Poucos foram os relatos de investigação científica tendo os alunos como protagonistas em todas as etapas do desenvolvimento da pesquisa ocasionando um vazio a ser preenchido na bibliografia sobre a IC na educação básica.

O baixo índice de publicações de pesquisas de IC com autoria e coautoria de alunos da educação básica, revela a deficiência de muitos programas institucionais que tem o objetivo de fomentar a pesquisa científica nas escolas de ensino médio. O atual cenário observado, revela grandes desafios a serem superados pela comunidade científica em relação as pesquisas de IC no ensino básico.

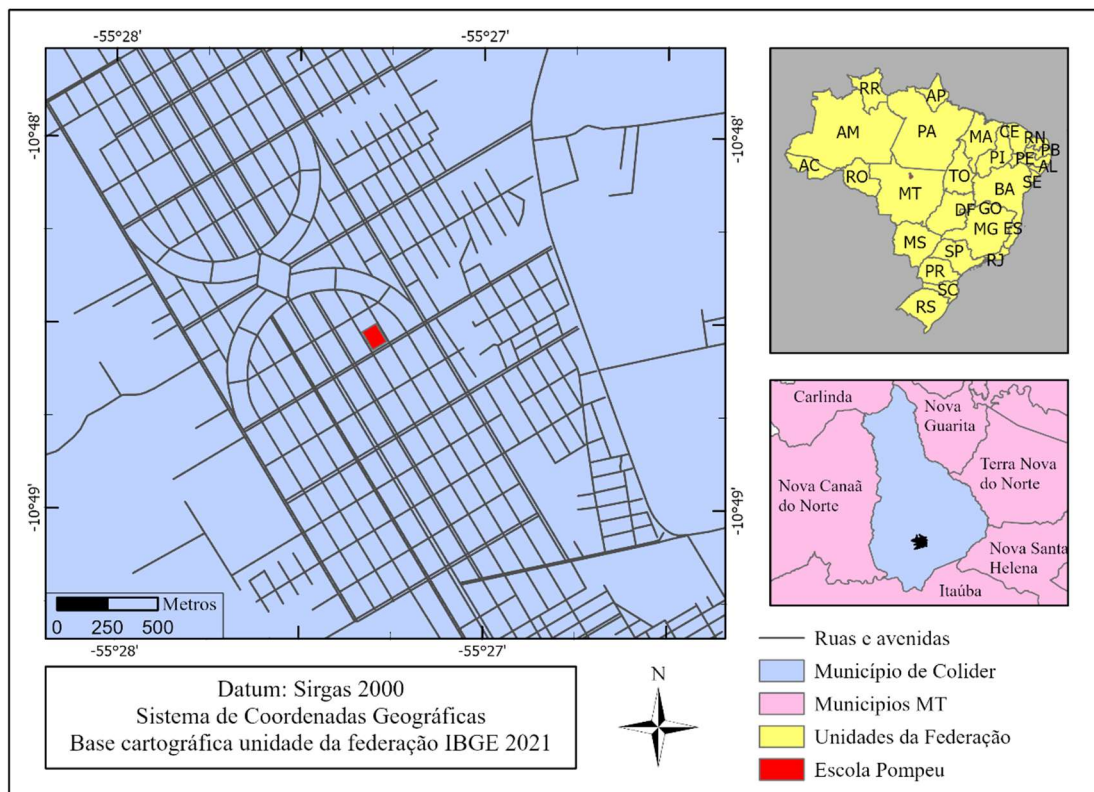
Quando analisada a climatologia ou uma estação meteorológica como objeto de pesquisa em iniciação científica na educação básica, foi constatada uma ausência maior em relação as publicações dos resultados da pesquisa. A grande lacuna de projetos de ICJ relacionadas aos fenômenos atmosféricos, pode ser uma oportunidade para diversas escolas e institutos de pesquisas no país de inserir seus alunos na investigação científica e ao mesmo tempo promover a multidisciplinaridade do currículo escolar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros, localizada no município de Colíder no estado de Mato Grosso (Figura 2). A área territorial do município corresponde a 3.112,091 km² (IBGE 2022), e seu perímetro urbano compreende pouco mais de 15 km². Sua população é de 31.370 pessoas de acordo com o último censo (IBGE 2022).

Figura 2 - Localização do município e área de estudo



Fonte: O autor

O clima da região é o tropical continental semiúmido do tipo Am, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com quatro a cinco meses secos durante o ano. Segundo Padilha (2020), as temperaturas médias anuais oscilam entre 25°C e 26°C, com máximas entre 36°C e 38°C, e médias pluviométricas em torno de 2.033 mm por ano. Mato Grosso sofre a influência de três massas de ar: Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Tropical Continental (mTc) e Massa Polar Atlântica (mPa) que atua no inverno eventualmente (Mendes, 2009).

A mEc, que atua praticamente o ano inteiro na área de estudo, origina-se na Amazônia, região com intensa evapotranspiração. Ela proporciona altas temperaturas, baixas pressões atmosféricas e forte evaporação, justificando a grande quantidade de precipitações na maior parte do ano (Mendes, 2009). A mTc, atuando com menor intensidade principalmente durante o inverno, contribui significativamente para as maiores temperaturas máximas registradas anualmente, acompanhadas de tempo seco. A mPa esporadicamente ocorre nos meses de junho ou julho, provocando o fenômeno da friagem ocasionando quedas de temperatura com duração de três ou quatro dias.

O município de Colíder está localizado na zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, sendo esse último o que tem maior predominância em diversos aspectos. Durante o processo de colonização da região, houve um intenso desmatamento incentivado por políticas do governo para promover a ocupação e a permanência de povos oriundos das regiões Sul e Sudeste do país. A população recente do município não conheceu as características geoambientais do município no passado e não há no currículo escolar uma preocupação com as questões ambientais no âmbito local. Sendo assim é extremamente importante a inserção desse assunto na educação básica dos jovens habitantes do município, principalmente com o foco da iniciação científica voltada para um desenvolvimento harmonioso conhecendo-se a influência do bioma no microclima local.

Na zona urbana do município, existem poucas escolas de ensino médio, sendo elas distribuídas da seguinte forma: duas escolas da rede privada, uma escola estadual de tempo integral, uma escola estadual que atende ensino médio EJA e uma escola de ensino médio regular. Essa última atende a maioria dos estudantes da zona urbana e também alunos da zona rural, compreendendo mais de 800 alunos frequentes sendo essa escola o principal ambiente da atual pesquisa.

3.2 DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA EM ENSINO

O desenvolvimento metodológico deste trabalho, no que diz respeito ao impacto da temática na aprendizagem dos alunos, está fundamentado na pesquisa qualitativa.

A escolha desse tipo de investigação se deu pela natureza do contexto e do problema a ser explorado: a introdução de tópicos de Física relacionados à compreensão dos fenômenos climáticos e meteorológicos no ensino médio. A pesquisa foi conduzida considerando as limitações impostas pelo ambiente escolar, como a realização das atividades no contraturno das aulas regulares, incluindo finais de semana e feriados. O próprio pesquisador ministrou as aulas

e acompanhou a implementação das estações meteorológicas e a coleta de dados nos transectos móveis.

A pesquisa qualitativa foi considerada adequada para o problema proposto por suas características participativas, interpretativas e naturalistas. O objetivo é interpretar os significados que os alunos atribuem às suas ações e ao conhecimento adquirido, algo que só pode ser alcançado por meio da observação participativa do investigador no ambiente educacional (Paulo, 2006).

Na abordagem qualitativa, as hipóteses são construídas ao longo do processo, partindo do problema de pesquisa, em vez de serem testadas de forma prévia. O investigador busca universais concretos por meio de um estudo profundo de casos particulares, comparando-os com outros casos igualmente analisados. A credibilidade do estudo é construída através de uma narrativa detalhada que sustenta os modelos interpretativos (Moreira, 2002). Os dados coletados são qualitativos e analisados de forma correspondente, com base na presença ativa do pesquisador no fenômeno de interesse.

A pesquisa segue a linha interpretativa da investigação qualitativa, conforme descrito por Bogdan e Biklen (1991), cujas características básicas alinham-se com os objetivos deste estudo. A pesquisa qualitativa em ensino de ciências evoluiu significativamente ao longo do tempo *ibid*, p. 39, e pode ser dividida em cinco períodos principais, começando no final do século XIX até os anos 1990. Esse desenvolvimento histórico justifica a escolha dessa abordagem para o presente estudo. O primeiro, que vai do final do século XIX aos anos 1930, se caracteriza por levantamentos sociais e pela emergência da sociologia da educação, com a Escola de Chicago destacando-se pelo uso da etnografia. Nos anos 1930 a 1950, a pesquisa qualitativa perde força, contudo, nos anos 1960, ocorre um renascimento devido às mudanças sociais e problemas educacionais. Nos anos 1970, há um diálogo entre métodos qualitativos e quantitativos, e a especialização dos pesquisadores em educação. Já nos anos 1980 e 1990, a tecnologia avança, facilitando a análise qualitativa com recursos computacionais.

Esse panorama histórico é importante para justificar a escolha da pesquisa qualitativa no ensino de ciências, pois destaca sua relação com questões sociais e sua relevância para estudos educacionais contemporâneos.

Ao longo de sua trajetória, as ciências sociais buscaram construir um estatuto epistemológico e metodológico próprio, refletindo a subjetividade da ação humana. O comportamento humano dificilmente pode ser descrito de forma objetiva, e a pesquisa qualitativa reconhece essa particularidade ao utilizar métodos que visam a compreensão intersubjetiva e descritiva dos fenômenos sociais. Por outro lado, o reconhecimento do

relativismo nas ciências naturais permitiu a apropriação de métodos qualitativos de investigação que por sua vez influenciou também as ciências sociais e a educação. Embora a pesquisa qualitativa seja rigorosa e sistemática, seu sucesso depende de uma seleção criteriosa de procedimentos, uma interpretação cuidadosa dos dados e um diálogo constante com a comunidade científica.

Algumas características específicas da pesquisa qualitativa são: o ambiente natural como fonte primária de dados; a ênfase no processo, mais do que nos resultados; a análise indutiva; e o significado como aspecto central. Além disso, segundo Stake (1995), a pesquisa qualitativa é holística, empírica, interpretativa e empática.

A coleta de dados na pesquisa qualitativa se dá por meio de instrumentos diversos, como notas de campo, entrevistas, fotografias e gravações em áudio e vídeo, sempre buscando uma análise detalhada e contínua ao longo do processo de pesquisa. A análise utiliza métodos comparativos constantes e tem por objetivo construir um conhecimento mais profundo e intersubjetivo.

Neste trabalho, foi adotado sequência didática com aulas teóricas dialogadas, aulas práticas, observação participante e o estudo de caso como metodologias principais. O estudo de caso permite uma análise detalhada de situações específicas, enquanto a pesquisa-ação busca, além da compreensão, a melhoria da prática educativa. A implementação e a coleta de dados foram realizadas de maneira participativa, e considerou-se a influência mútua entre pesquisador e objeto de estudo.

Finalmente, a diversidade de fontes de dados tais como como notas de aula, avaliações escritas e entrevistas clínicas semiestruturadas reforça a credibilidade dos resultados obtidos. Cada instrumento de coleta oferece uma leitura interpretativa que, embora não aspire à verdade absoluta, busca minimizar erros por meio da triangulação de dados e da vasta experiência do pesquisador no contexto escolar.

3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA E PERCURSO METODOLÓGICO

A escolha dos alunos para esse estudo foi feita por meio de convite aberto nas salas de aula, para participar de um projeto de iniciação científica intitulado: Estação Meteorológica Pedagógica. O convite foi aceito por 28 alunos, distribuídos por várias salas de 1º e 2º anos do Ensino Médio dos turnos matutino e vespertino. Outros 82 alunos participaram da pesquisa apenas para validar os instrumentos meteorológicos, que serviram de materiais didáticos para

o ensino de climatologia e que foram construídos artesanalmente pelos primeiros alunos que se tornaram jovens pesquisadores.

O professor pesquisador era docente na escola em que foi realizado o projeto de iniciação científica. No entanto, durante o período do desenvolvimento da pesquisa ele estava de licença para a qualificação profissional, portanto não era regente do grupo de 28 jovens pesquisadores, nem das quatro salas de aulas de 1º ano do ensino médio (82 alunos), que avaliaram os instrumentos meteorológicos que serviram como materiais didáticos no ensino de climatologia.

O projeto de iniciação científica intitulado “Estação Meteorológica Pedagógica”, está cadastrado na referida escola e pode ser encontrado no Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição. Os alunos que participaram das atividades de pesquisa, não receberam bolsa de iniciação científica e devido o professor pesquisador não ser regente das turmas, também não receberam notas. A participação de todos os alunos no projeto foi voluntária e embora todos tenham recebido um certificado, sua principal recompensa foi tornar-se um jovem cientista.

O projeto começou a ser desenvolvido em 13 de junho de 2022, quando os alunos foram reunidos em uma sala de aula na escola, para apresentação das atividades inerentes ao projeto. No primeiro encontro, o professor se apresentou e agradeceu a todos pela aceitação em participar de um grupo de pesquisa que estava se formando naquele momento. Houve a apresentação dos alunos, cada um disse seu nome, série e turma que estava cursando. O professor entregou um questionário sobre climatologia e estações meteorológicas para investigar o conhecimento prévio dos alunos (subsunçores) e planejar as atividades da pesquisa com base nas respostas. (Moreira; Mansini, 1982; Loreian; Darroz; Rosa, 2022; Silva Filho; Ferreira, 2022).

O questionário foi recolhido e em seguida o professor fez a apresentação do projeto, iniciando com os objetivos geral e específicos. Discorreu sobre o tema principal do objeto de estudo, que no caso era a climatologia que seria utilizado para alcançar o objetivo de promover a iniciação científica dos alunos.

Nesse primeiro dia de aula, foi apresentado um resumo de uma sequência didática com os principais conteúdos que seriam trabalhados para alcançar os objetivos. Importante frisar, que os conteúdos, assim como a forma que eles seriam apresentados, iriam ser adaptados considerando as respostas dos questionários.

Os encontros para o desenvolvimento das atividades de iniciação científica ocorreram no contraturno das aulas regulares dos alunos, no entanto seguia a duração normal de aulas do período noturno da escola. Posto isso, para a descrição das atividades do projeto, os encontros

foram denominados de aulas. A duração de cada aula era de 50 minutos e foram ministradas duas aulas geminadas a cada 15 dias, exceto em dias que coincidiam em feriados, decurso de férias e imprevistos (Quadro 4).

O período de duração das aulas noturnas foi de 13 de junho de 2022 a 05 de dezembro de 2023. No entanto as atividades de monitoramento diário da Estação Meteorológica Pedagógica foram desenvolvidas até 31 de dezembro de 2023 com a supervisão do professor pesquisador.

Até o dia 19 de março de 2024, ocorreram encontros com os alunos para orientação na escrita científica e revisão de artigo para submissão em revista. Os trabalhos eram realizados em dias e horários diversos na escola e por vezes, de forma remota em sala virtual, também contabilizado como aulas (Quadro 4).

Quadro 4 - Cronograma de aulas e atividades práticas.

1º Momento: Identificação de subsunçores (2 aulas)	Introdução e diagnósticos de conhecimentos prévios.	• Apresentação dos participantes • Apresentação da pesquisa. • Preenchimento do questionário.
2º Momento: Sequência didática aula teórica. (18 aulas)	Aulas teóricas sobre climatologia.	• Estação meteorológica convencional e automática. • Tempo e clima. • Fatores climáticos. • Elementos do clima. • Representação em gráfico (climograma). • Mudanças climáticas.
3º Momento: Sequência didática aula prática. (14 aulas)	Produção de estação meteorológica com materiais recicláveis. (Materiais didáticos para a percepção do tempo atmosférico).	• Construção de termômetro. • Construção de pluviômetro. • Construção de barômetro. • Construção do anemômetro.
4º Momento: Fazendo ciência: descobrimos pesquisadores. (18 aulas)	Análise termo higrométrica da área urbana no município de Colíder, por transectos móveis.	• Conceitos de monitoramento termohigrométrico. • Conceito de transectos móveis. • Desenvolvimento do transecto móvel na área urbana. • Análise e interpretação dos dados termo higrométricos.
5º Momento: Fazendo ciência: produzindo pesquisadores. (30 aulas)	Produção de estação meteorológica automática. Produção e publicação de resumo estendido em evento estadual.	• Artigo científico (leitura e interpretação). • Busca e identificação de literatura científica. • Prototipagem com sensores e Arduino. • Programação IDE Arduino.

		• Desenvolvimento de protótipo de estação meteorológica. • Coleta, análise e interpretação de dados atmosféricos. • Escrita científica. • Apresentação / exposição do trabalho científico.
6º Momento: Fazendo ciência: revelando pesquisadores. (28 aulas)	Produção de artigo científico e submissão em periódico.	• Coleta, análise e interpretação de dados atmosféricos. • Pesquisa científica (referencial teórico). • Escrita científica (redação do artigo). • Pesquisa científica (conhecendo periódicos para submissão).
7ª Momento: Avaliação do ganho de aprendizagem sobre climatologia.	Evidências de aprendizagem e produção acadêmica.	• Roda de conversa acerca dos conceitos basilares sobre climatologia. • Produção de resumo científico. • Produção de banner para apresentação de trabalho. • Participação em feira científica. • Produção de instrumentos meteorológicos. • Produção e publicação de artigo científico.

Fonte: O autor

O primeiro momento foi a apresentação dos participantes e a aplicação do questionário para diagnóstico dos subsunçores. A aplicação dos questionários é uma forma muito utilizada, embora existam outras possibilidades, tais como mapas conceituais, entrevistas semiestruturadas, desenhos, diálogos em aula, etc.

Para o segundo momento da pesquisa, foram analisadas as respostas das perguntas respondidas pelos alunos no questionário, que resultaram no planejamento e execução das aulas sobre climatologia, que subsidiaram o conhecimento para a iniciação científica dos alunos. A identificação de possíveis subsunçores, tem como intencionalidade elaborar as aulas considerando justamente o que os alunos já sabem. Ainda que no processo de externalização haja alguma dificuldade por parte dos mesmos, segundo a TAS, abordagens considerando os conhecimentos prévios subsunçores tem potencialidade para facilitar a aprendizagem com significado.

No terceiro momento, foram produzidos equipamentos de uma estação meteorológica convencional, com materiais de baixo custo e/ou recicláveis, mas, que são capazes de medir e monitorar as principais variáveis climáticas, com o principal objetivo de possibilitar uma percepção das condições atmosféricas que são invisíveis para a maioria da população. Esses

equipamentos também serviram de materiais didáticos, para contribuir com a aprendizagem de alunos em aulas de climatologia.

O quarto momento foram realizados 12 transectos móveis na área urbana do município de Colíder para monitorar as condições da temperatura e umidade relativa do ar. Também foi desenvolvido atividades de pesquisa bibliográfica sobre estudo de clima urbano e ilhas de calor para embasamento teórico da pesquisa.

No quinto momento, foi desenvolvida uma estação meteorológica automática utilizando equipamentos de baixo custo e programação com software livre. O protótipo da estação automática foi apresentado em uma feira científica estadual. Outras estações automáticas foram produzidas e instaladas nas casas dos alunos, gerando dados para publicação em artigo.

No sexto momento os alunos realizaram o monitoramento da Estação Meteorológica Pedagógica, com registros diários. As análises dos dados do período de um ano foram utilizadas para a produção de artigo científico pelos alunos e posterior submissão em revista. O quarto e o sexto momento aqui descrito, foram desenvolvidos simultaneamente com os outros, por necessitar de um tempo longo para coleta e análise dos dados.

O sétimo momento foi dedicado a análise do ganho de aprendizagem acerca dos conceitos de climatologia e meteorologia. Foi aplicado o mesmo questionário utilizado inicialmente para detecção dos subsunçores. Também foi realizado uma roda de conversa com os alunos utilizando além das perguntas dos questionários, outros temas que foram desenvolvidos no projeto, mas que não estavam contempladas no questionário inicial. A roda de conversa foi gravada em vídeo e transcrita pelo autor da pesquisa (Apêndice “E”).

3.4 MATERIAIS PARA OS MOMENTOS DA PESQUISA

3.4.1 Materiais didáticos para aulas teóricas

As aulas teóricas com objetivo de fornecer aos alunos uma base sólida de conhecimento sobre a climatologia foram ministradas utilizando métodos e técnicas convencionais, mas também fazendo uso de recursos didáticos diversos.

Quadro branco.

Canetão colorido para quadro branco.

Computador.

Projektor multimídia.

Caixa de som.

As aulas foram expositivas e dialogadas, com debates em sala para a interação dos alunos com o professor e interação entre os alunos.

Em algumas aulas as informações eram colocadas no quadro branco por meio de tópicos, mas também com desenhos para ilustração do fenômeno a ser explicado. Outras aulas eram apresentadas com recursos audiovisuais, onde o aluno poderia assistir vídeos com reportagens sobre as condições atmosféricas, ver animações que representasse os fenômenos atmosféricos, bem como acessar sites de pesquisa diversas e de revistas científicas sobre o assunto.

3.4.2 Materiais didáticos para aulas práticas

Termos técnicos dos instrumentos meteorológicos

Anemômetro: é um instrumento que registra a velocidade do vento. Ele é constituído por um conjunto de três (raramente quatro) conchas de metal leve ou plástico, hemisféricas ou cônicas, dispostas simetricamente em um plano horizontal, como se ocupassem os vértices de um triângulo equilátero. As conchas estão conectadas a uma haste que as prende ao eixo vertical do aparelho. O movimento circular das conchas, proporcionadas pelo vento, faz girar o seu eixo podendo indicar a velocidade do vento de forma analógica ou digitalmente de acordo com o modelo (Varejão-Silva, 2006).

Barômetro: é um instrumento utilizado para medir a pressão atmosférica. Existem dois tipos de uso frequente: os barômetros de mercúrio e os barômetros aneroides (metálicos). O barômetro de mercúrio é composto por um tubo de vidro com uma das extremidades fechadas, uma base e mercúrio. Já o barômetro aneróide consiste em uma câmara metálica parcialmente evacuada que comprime e expande com o aumento e diminuição da pressão, respectivamente. Essa movimentação é transmitida a um circuito eletrônico ou mecânico que indica unidades de pressão. Ao nível do mar, a pressão atmosférica é de cerca de 15 libras por polegada quadrada, 29,9 polegadas de mercúrio ou 760 milímetros de mercúrio (760 mmHg). Isto é equivalente a 1013,25 milibares ou 101325 Pa. (Pinto e Freitas, 2024).

Termômetro: é um instrumento destinado a determinação direta da temperatura. Os termômetros convencionais são do tipo líquido em vidro, cujo princípio de funcionamento se dá pela variação de um líquido apropriado, em resposta a uma mudança da temperatura do meio

que está situado o instrumento. São constituídos por um tubo capilar de vidro, hermeticamente fechado, tendo uma das extremidades muito dilatada, formando um depósito: o bulbo. A extremidade oposta dispõe apenas de uma pequena dilatação, denominada câmara de expansão. O bulbo e uma porção variável do tubo capilar contém o líquido usado como elemento sensível. A parte do tubo capilar, ocupada pelo líquido, recebe o nome de coluna termométrica. O mercúrio geralmente é usado como elemento sensível. Quando o aparelho é usado para mensurar temperaturas extremamente baixas utiliza-se o álcool etílico como elemento sensível (Varejão-Silva, 2006).

Pluviômetro: é um instrumento utilizado para quantificar a precipitação, isto é, a quantidade de chuva em um determinado local. Diversos tipos e modelos de pluviômetros podem ser produzidos e utilizados para o monitoramento pluviométrico de uma região. Um dos tipos de pluviômetro profissionais de acordo com Varejão-Silva (2006) é basicamente constituído por um cilindro com fundo afunilado, denominado coletor, que faz escoar a água nele caída até um reservatório. A superfície delimitada pelo bordo do coletor define a área de captação do pluviômetro que, dependendo do modelo, situa-se entre 200 e 500 cm². A forma cilíndrica do coletor é mais recomendável por oferecer idênticas condições de exposições ao vento. Ainda segundo o autor, a quantidade de chuva é normalmente expressa em termos da altura da camada d'água que se forma sobre uma superfície horizontal, plana e impermeável, com 1m² de área. A unidade de medida adotada é o milímetro, que corresponde a queda de um litro de água por metro quadrado da projeção da superfície terrestre.

Climograma: é uma ferramenta clássica de representação do clima que permite uma compreensão mais fácil do perfil climático de determinada região. Através do climograma pode-se representar graficamente as variações de temperatura e precipitações durante um determinado período de tempo, geralmente de 1 ano.

Os climogramas são gráficos de extrema utilidade nos estudos climáticos. Eles nos fornecem informações a respeito da distribuição mensal de chuvas e das temperaturas médias para cada mês de acordo com a escala temporal utilizada [...] Os Climogramas também servem como modelos a respeito do tipo de clima de uma determinada localidade. Assim, a partir do desenho da curva de temperatura e das colunas de precipitação, criamos uma ideia a respeito do clima, da distribuição sazonal de chuvas e de temperatura (BARBOSA, 2006, p. 86).

3.4.3 Estação meteorológica caseira

É constituído por instrumentos capazes de monitorar os elementos climáticos de forma simples, com o principal objetivo de possibilitar uma percepção do comportamento atmosférico. Esses equipamentos foram produzidos pelo grupo de 28 alunos pesquisadores e foram produzidos majoritariamente com materiais recicláveis e produtos de baixo custo. Posteriormente esses instrumentos foram utilizados como recursos didáticos para o ensino de climatologia em quatro salas de aulas de 1º ano, totalizando 82 alunos.

3.4.3.1 Produção do termômetro caseiro

1 – Pote de vidro pequeno (sugestão entre 20 ml e 50ml) mas pode ser de outro volume como um vidro de esmalte por exemplo.

1 – Tubinho de tinta de caneta vazio (o tubo interno da caneta onde fica armazenado a tinta), ou equipo de soro (mangueirinha de soro hospitalar que ainda não tenha sido usada).

1 – Chapa de PVC. (Feito de um pedaço de tubo de PVC esgoto).

Álcool 70%. (Quantidade suficiente para encher o pote de vidro)

Corante.

Cola de secagem rápida

Caneta ou lápis.

Ferramentas para cortar e furar.

3.4.3.2 Produção do pluviômetro caseiro

1 garrafa de refrigerante de 2 litros, que tenha as paredes retas.

1 régua transparente.

Supercola ou fita adesiva larga transparente.

Estilete e/ou tesoura.

200 gramas de areia.

200 gramas de cimento.

3.4.3.3 Produção do barômetro caseiro

1 pote de vidro vazio. (Recomenda-se que seja vidro grande com mais de um litro de volume).

1 bexiga (balão de aniversário tamanho 7, 8 ou 9).

1 canudo de refrigerante fino.

1 caixa de sapato.

Fita aderente e tesoura.

3.4.3.4 Produção do anemômetro caseiro

1 cabo de vassoura de madeira.

2 bolinhas da embalagem de desodorante *roll-on*, ou 2 bolinhas de Ping Pong, ou 4 garrafas de refrigerante de 200 ml vazia (em último caso pode usar 4 tampinhas de garrafas de refrigerante).

2 espetinhos de madeira para churrasco

1 tubinho de caneta vazio (tubo que fica armazenado a tinta) vai usar só um pedaço de $\pm 2\text{cm}$.

1 prego fino que possa entrar facilmente no tubinho de caneta (ex 10 x 10 ou 12 x 12 ou similar).

Cola quente ou supercola.

O detalhamento da metodologia de construção de cada instrumento, estão descritos em um manual didático para subsídio pedagógico ao professor em aulas de climatologia na escola e pode ser encontrado nos apêndices dessa pesquisa.

3.4.4 Método de coleta de dados por transectos móveis

Transecto móvel é um método muito utilizado para obtenção de dados meteorológicos em áreas urbanas. O registro dos dados é realizado percorrendo um trajeto pré-definido dentro de um determinado local, seja este uma cidade ou regiões da cidade, bairros inteiros ou apenas algumas ruas do bairro, parques urbanos entre outros. Esse percurso pode ser feito a pé, de bicicleta, de motocicleta, com veículos automotores e transporte público (Gartland, 2010; Chegury, 2019).

A extensão do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo e da finalidade. De acordo Gartland (2010), França (2017), Valin Jr (2019), Tocantins (2019), para medições realizadas em percursos longos, necessitando de veículos

automotores, a velocidade do veículo não deve ultrapassar 40 km/h e o trajeto deve ser concluído dentro de uma hora. Recomenda-se também que o primeiro e o último ponto do transecto seja o mesmo, para que se possa conhecer a variação das condições atmosféricas no local.

3.4.4.1 Instrumentação para coleta de dados no transecto

Para a coleta de dados, foram utilizados instrumentos desenvolvidos pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (PGFA) da Universidade Federal de Mato Grosso. O equipamento está dividido em duas partes: a primeira consiste em um *data logger* (equipamento responsável por registrar os dados), composto por uma placa controladora *Raspberry Pi*, equipada com um cartão de memória que registrava os dados a cada minuto e um módulo de comunicação Wi-Fi, conectado via internet com o PGFA em Cuiabá (Figura 3). O *data logger* era alimentado por uma fonte de alimentação de 5 V, que foi conectada ao veículo durante o trajeto.

Figura 3 - *Data logger*.



Fonte: o autor.

A segunda parte consiste em um sensor BME280 que pode medir a temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica. O BME280 é alimentado com 3,3V e tem uma faixa de operação para a temperatura entre - 40°C à 85°C, com uma precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$. A umidade relativa do ar pode ser medida em uma faixa entre 0% e 100%, com uma precisão de $\pm 3\%$. Para a pressão atmosférica ele pode medir entre 300 e 1100hPa com uma precisão de $\pm 1\text{hPa}$, no entanto, para essa pesquisa os dados de pressão atmosférica não foram utilizados. O Sensor estava protegido em abrigo meteorológico, produzido em impressora 3D (Figura 4).

Figura 4 - Abrigo meteorológico



Fonte: o autor.

Para a calibração do sensor e validação dos dados, o conjunto de *data logger* e o BME280 com o abrigo meteorológico, foi instalado ao lado de uma estação meteorológica com sensor de umidade e temperatura HUMICAP® HMP155 da Vaisala, durante 30 dias que é um período suficiente, para que eles pudessem medir as mesmas variáveis e posteriormente gerar um coeficiente de calibração.

O abrigo meteorológico foi fixado na carroceria do veículo a uma altura de 2 metros do chão (Figura 5). Os sensores estavam conectados via cabo ao *data logger* que permaneceu dentro do veículo durante todo o trajeto.

Figura 5 - Veículo equipado com sensores



Fonte: o autor.

Os instrumentos utilizados nos transectos embora tenham um custo relativamente baixo, eles não foram reproduzidos pelos alunos, pois a data dos primeiros transectos, foi anterior ao período das oficinas para aprendizagem de programação.

3.4.4.2 Metodologia do transecto móvel

O veículo percorreu o trajeto em uma velocidade média de 30 km/h, nunca ultrapassando 40 km/h. Todo o percurso foi realizado dentro do período de uma hora. O transecto foi dividido em 10 pontos iniciando na área central, sendo o ponto 10 o mesmo local do ponto 1, porém com informações registradas uma hora depois do início do trajeto.

A Organização Mundial de Meteorologia recomenda que os registros de dados em pesquisas devem ocorrer às 00 h, 06h, 12 h e 18 h GMT (*Greenwich Meridian Time*), para que sejam feitas leituras simultâneas em toda a superfície do globo terrestre (Valin Jr; Santos, 2020). Como o município de Colíder está localizado no fuso horário - 4, as coletas de dados foram realizadas por meio de transecto móvel nos horários das 08h (12h GMT), 14h (18h GMT) e as 20h (00h GMT). Em todos os transectos havia a presença de alunos para os registros dos dados.

O monitoramento ocorreu em quatro dias específicos que contemplavam as quatro estações do ano, de acordo com Santos (2013) e Chegury, Justi e Nogueira (2022), com o objetivo de analisar as similaridades entre as estações. Os transectos foram realizados no início de cada estação, iniciando no dia 21 de dezembro de 2022 (solstício de verão), 20 de março de 2023 (equinócio de outono), 21 de junho de 2023 (solstício de inverno) e 23 de setembro de 2023 (equinócio de primavera). De acordo com Oke (1982), os registros dos dados devem ocorrer em condições atmosféricas ideais, ou seja, céu limpo e ventos fracos. Um dos dias escolhidos para os transectos (20/03/2023) apresentou precipitação atmosférica, permanecendo com céu encoberto por nuvens durante a maior parte do dia. Por conta disso, os dados dessa coleta foram excluídos da pesquisa.

Em todas as datas de coleta de dados por transecto, havia a participação de um grupo de alunos que desenvolviam tarefas predeterminadas durante o deslocamento e as paradas do veículo. Como a pesquisa não estava condicionada ao calendário escolar, os alunos acompanharam e desenvolveram as atividades mesmo em dias que não eram letivos, como no caso do 21 de dezembro (um dia após o final do ano letivo).

O trajeto foi escolhido devido aos diferentes tipos de ocupação e uso do solo presentes no município. Em cada ponto do trajeto, foi realizada uma classificação da cobertura do solo utilizando imagens de satélite de alta resolução disponibilizadas pelo software Google Earth Pro, analisando um raio de influência de 150 metros no entorno de cada ponto. Para a produção dos mapas da área de estudo, foi utilizado o software ArcGIS Pro na versão gratuita para avaliação.

Como o software Google Earth Pro é totalmente gratuito e de fácil utilização, os alunos aprenderam a utilizar e participaram do processo de identificação da área e do uso do solo, observando as características da urbanização em cada ponto do estudo. O software ArcGIS, é de uso pago e tem uma interface complexa e por isso sua utilização foi feita apenas pelo professor pesquisador.

3.4.5 Produção das estações meteorológicas automáticas

3.4.5.1 Instrumentação para coleta de dados do clima no município de Colíder

Para medir a temperatura e umidade do ar, foi utilizado um sensor AHT 20, podendo aferir a temperatura em um intervalo de -40 a 85°C , com uma acurácia de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Para a umidade relativa do ar o sensor trabalha em um gradiente de 0 a 100% com uma acurácia de $\pm 2\%$.

Para obter a pressão atmosférica, foi utilizado o sensor BMP 280 que possui uma acurácia de $\pm 0,12$ hPa. Os dois sensores AHT 20 e BMP 280 estavam interligados em um mesmo módulo, facilitando a prototipagem na estação meteorológica (Figura 6).

Figura 6 - Sensores AHT20 e BMP280

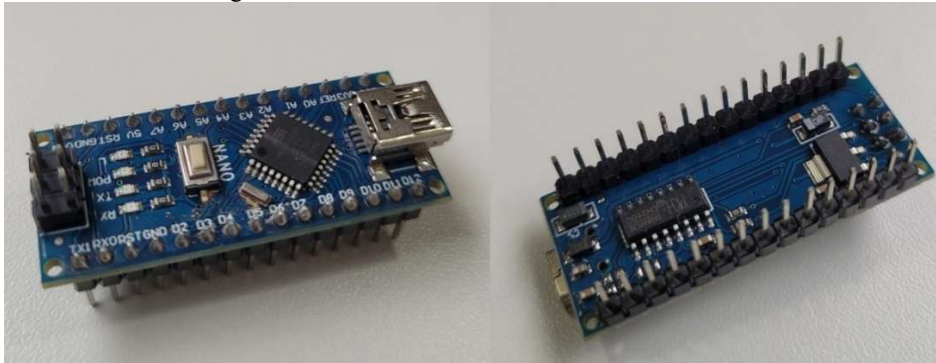


Fonte: autor.

Para a produção do *datalogger* (Equipamento responsável por registrar os dados), foi utilizado como componente principal uma placa microcontroladora Arduino Nano 3.0 ch340 Atmega328P, que fez a conexão entre os sensores e demais periféricos (Figura 7). Esse Arduino foi conectado a um *Shield datalogger* nano, composto por um módulo de cartão de memória

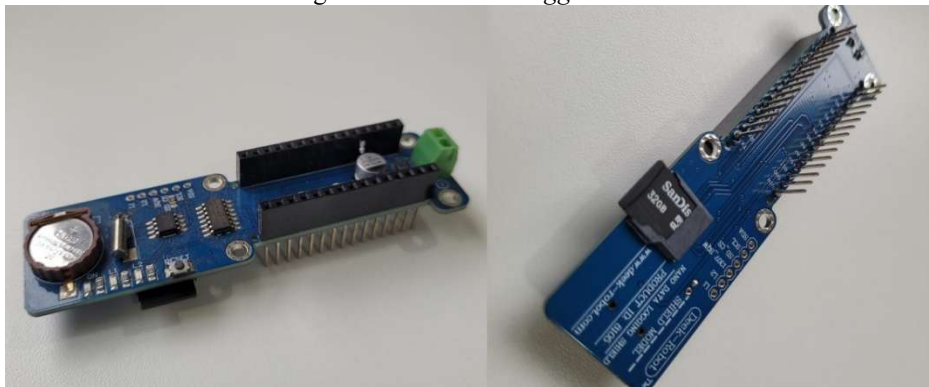
para armazenar os dados da estação e um módulo relógio RTC DS1307 para manter atualizado a data e a hora que foram coletados os dados da pesquisa (Figura 8). No *Shield datalogger* foram inseridos uma bateria Cr1220 do tipo botão e um cartão de memória Micro SD 16GB, que é o suficiente para armazenar um grande número de informações.

Figura 7 - Placa microcontroladora Arduino Nano



Fonte: autor

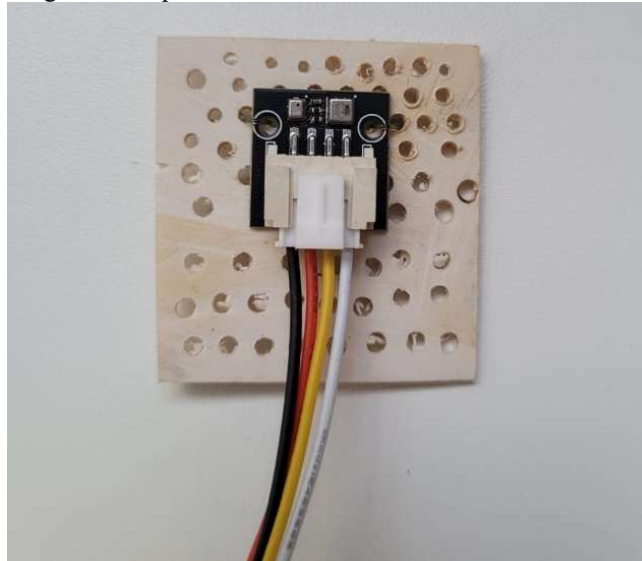
Figura 8 - *Shield datalogger nano*



Fonte: autor

O abrigo meteorológico foi dividido em duas partes: uma destinada aos sensores e outra parte acomodou o *datalogger*. A parte que abrigou os sensores foi construída com tubo de PVC de 40mm branco com aproximadamente 16 centímetros de comprimento, onde nos primeiros 7 centímetros, foram feitos diversos furos com broca de 8mm para a circulação de ar no local reservado para os sensores. Uma placa de PVC foi cortada com o mesmo tamanho do diâmetro interno do tubo de PVC, para anexar os sensores (Figura 9). Nessa placa também foi feito furos para possibilitar a circulação do ar. Depois de fixado o sensor na placa e inserido dentro do tubo, o abrigo foi tampado com um CAP específico para ele (Figura 10).

Figura 9 - Suporte de PVC e Sensores AHT20 e BMP280



Fonte: o autor.

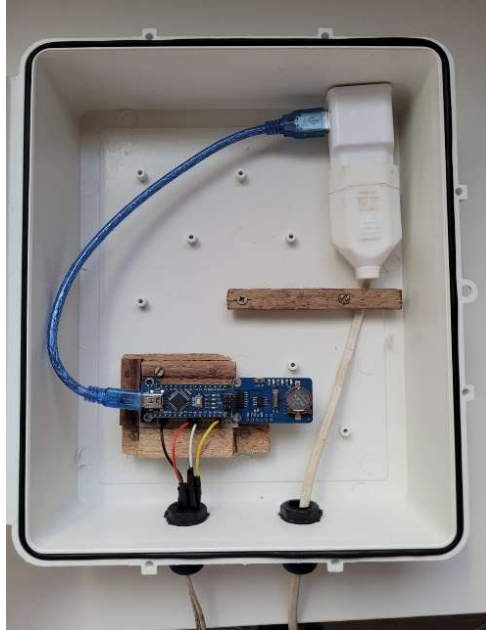
Figura 10 - Abrigo de PVC equipado com os Sensores



Fonte: o autor.

A segunda parte do abrigo acomodou o *datalogger* e foi montada utilizando uma caixa hermética plástica, adaptando a parte interna com madeira e parafusos para fixar o Arduino e demais componentes além da fonte de alimentação (Figura 11).

Figura 11 - Abrigo para o datalogger, parte interna.



Fonte: o autor.

As duas partes do abrigo meteorológico ficaram fisicamente separadas e a ligação entre o *datalogger* e os sensores foram feitos por jumpers comum e alongados com fios de cobre de 0,5mm soldados com solda de alumínio e protegidos com fita isolante. A separação física em duas partes do abrigo foi necessária, uma vez que o abrigo dos sensores há a necessidade de ter circulação de ar. Enquanto que a parte que abriga o *datalogger*, deve ser hermeticamente vedada, pois o sistema de registro eletrônico deve estar protegido de umidade e poeira que poderiam danificar o seu funcionamento e armazenamento dos dados (Figura 12).

Figura 12 - Abrigo estação meteorológica completo



Fonte: o autor.

O processo de produção e montagem das estações pela equipe de alunos e o professor pesquisador não foi uma tarefa fácil. Todos os instrumentos estavam sendo feitos pela primeira vez por todos os integrantes da equipe. Sendo assim foi colocado em prática o método de tentativa e erro, para encontrar a melhor forma de construir os abrigos, conectar os sensores, armazenar o *datalogger* dentro da caixa hermética etc. A habilidade de manusear as ferramentas e a fixação de cada aparelho em seu lugar, foi sendo desenvolvida de diversas formas em cada jovem pesquisador.

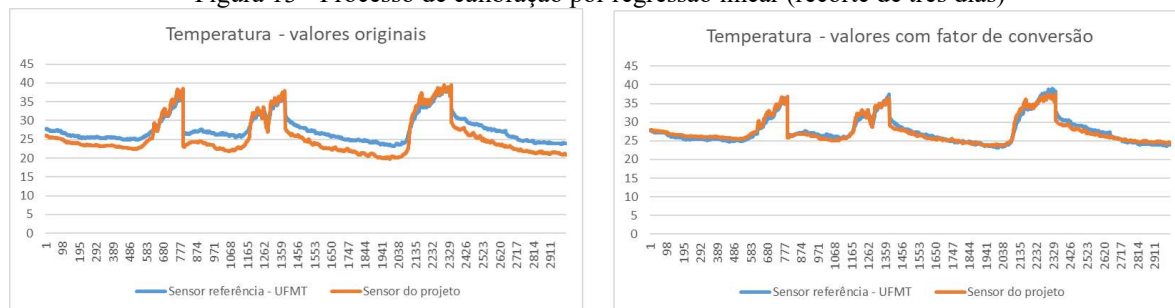
3.4.5.2 Metodologia para o monitoramento do clima no município

Esses conjuntos foram instalados nas residências dos alunos e também no pátio da escola, em uma área aberta longe de árvores em cima de cerca ou muros das casas, mas longe de qualquer obstáculo que pudessem interferir nas leituras dos sensores. Não foi possível instalar todas as estações na mesma altura do solo, devido às limitações físicas em cada local, todavia elas foram fixadas entre 2,20m e 2,50m de altura do solo.

O Arduino possui um *software* de ambiente de desenvolvimento integrado para programação (IDE), que conectado a um computador via cabo USB, foi possível fazer a programação utilizando a linguagem C/C++, onde foi feita a comunicação entre os sensores, o *Shield datalogger* e o Arduino, para que os dados de pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar, fossem gravados no cartão de memória. Apenas uma parte dos alunos ficaram responsáveis pelas atividades de programação, enquanto outros, se ocuparam com a parte de montagem dos abrigos meteorológicos.

Para que todos os sensores funcionassem de maneira adequada foi feita uma calibração tendo como referência uma estação meteorológica automática disponibilizada pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. As estações foram instaladas uma ao lado da outra, registrando as mesmas variáveis durante doze dias. Os dados registrados foram trabalhados com regressão linear, que resultou em um fator de conversão fazendo com que as estações do projeto gerassem os mesmos resultados (Figura 13).

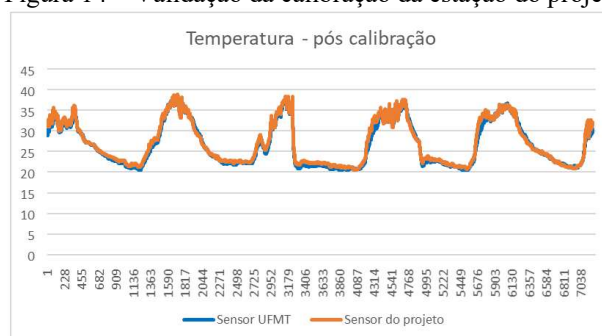
Figura 13 - Processo de calibração por regressão linear (recorte de três dias)



Fonte: o autor.

Posteriormente as estações foram submetidas a nova coleta de dados simultaneamente, para verificar se os valores dos sensores estavam parecidos aos valores da estação de referência e assim validar a calibração (Figura 14).

Figura 14 – Validação da calibração da estação do projeto



Fonte: o autor.

Após a calibração, as estações foram reprogramadas para que elas registrassem no cartão de memória as variáveis climáticas em formato de CSV a cada 30 minutos. Posteriormente elas foram instaladas em definitivo nas casas dos alunos que estão localizadas em diferentes pontos do município. O período de coleta das variáveis climáticas foi de 01/09/2023 a 29/02/2024, totalizando um período de seis meses. Os dados foram coletados e trabalhados em planilhas eletrônicas para a análises dos resultados.

3.4.6 Analisando dados da temperatura do ar e da pluviosidade na escola

3.4.6.1 Instrumentação para coleta de dados do clima na escola

Para a coleta de dados da temperatura do ar, foi utilizado um termohigrômetro digital, modelo HTC-2 (Figura 15), que fornece informações de temperatura e umidade relativa do ar, no entanto nesse projeto ele foi utilizado apenas para coletar a temperatura. O aparelho tem uma escala de medição que pode variar entre -10°C a 50°C , e uma precisão de medida de

aproximadamente 1°C de acordo com o fabricante. O dispositivo tem a capacidade de armazenamento de memória de temperatura máxima e mínima por um determinado período, até que restaure os valores para um novo ciclo. Modelo de sensor semelhante foi utilizado por Albuquerque, Silva e Estevão (2019), obtendo resultados satisfatórios em monitoramento de clima urbano na cidade de Juazeiro do Norte – CE.

Figura 15: Termohigrômetro digital



Fonte: autor

O termohigrômetro foi acomodado em um abrigo meteorológico, produzido em madeira, para ser protegido da incidência direta dos raios solares e da chuva. O abrigo tem as quatro paredes com venezianas, para facilitar a circulação de ar em seu interior. A área onde se encontra o abrigo meteorológico tem o solo coberto por grama e o espaço ao redor foi delimitado por uma cerca de madeira (Figura 16).

Figura 16: Abrigo meteorológico



Fonte: autor

Para coletar os dados de chuva, foi utilizado um pluviômetro modelo cunha, da marca Multitec. O aparelho foi produzido em poliestireno transparente e tem capacidade para medir uma chuva de até 150 mm, por meio de uma régua impressa em alto relevo no próprio material do instrumento na parede frontal (Figura 17).

Figura 17: Pluviômetro de acrílico tipo cunha



Fonte: autor

O pluviômetro foi encaixado por meio de parafusos em um suporte de madeira, que ficou fixado junto ao abrigo meteorológico, de modo que a área de coleta ficasse acima do teto do abrigo.

3.4.6.2 Metodologia para o monitoramento do clima na escola

As coletas de dados da temperatura do ar foram feitas pelo grupo de alunos durante o período de um ano anotando em planilha de papel em quatro horários por dia: às 7 horas, 13 horas, 19 horas e 23 horas. Os três primeiros horários foram escolhidos para coincidir com os horários de entrada dos alunos nas aulas da escola e o último horário, é o horário que a escola encerra suas atividades. As leituras eram feitas individualmente, todavia o entusiasmo de observar a pesquisa era tão grande que eventualmente os alunos faziam as leituras em dupla, demonstrando o comprometimento no trabalho (Figura 18).

Figura 18: Momento de visita à Estação Meteorológica para a leitura diária



Fonte: autor

Além de registrar a temperatura constante em cada período, no último horário também era registrada a temperatura máxima e mínima do dia. Os registros da pluviosidade eram feitos nos mesmos horários, caso tenha ocorrido chuva nesse intervalo. Havia lugar na planilha para anotar quatro eventos de chuva e havendo anotações em todos os lugares, somava-se o total para o dia especificado.

Foi feita uma escala diária para que todos os alunos pudessem anotar. Os horários contemplavam todos os dias da semana, incluindo sábados, domingos e feriados. O horário das 23 horas, ficou a cargo do professor, e na ausência dele, era designado algum colaborador externo do projeto para fazer as anotações.

Posteriormente, os dados foram digitados em planilhas eletrônica, onde foram trabalhados com tabelas dinâmicas, gerando médias diárias e mensais de temperatura, soma diária e mensal da pluviosidade e gráficos para análise e posterior discussão dos resultados do artigo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentadas as análises dos dados constituídos e seus respectivos resultados, sendo dividido em cinco momentos da pesquisa. Inicialmente (segundo momento), é feita uma discussão acerca das perguntas do questionário respondidas pelos alunos, com o objetivo de diagnosticar subsunçores que nortearam a metodologia da sequência didática, para constituir o embasamento teórico sobre climatologia aos alunos.

No terceiro momento, são apresentados uma análise e os resultado da eficácia do uso dos instrumentos meteorológicos, construídos artesanalmente pelos alunos e sua função enquanto material didático para aprendizagem em climatologia.

No quarto momento houve o diagnóstico de ilhas de calor no município de Colíder, com destaque para a iniciação de alunos do ensino médio na pesquisa.

O quinto momento foi apresentado e discutido sobre os dados da temperatura e umidade relativa do ar na cidade, com instrumentos produzido pelos alunos utilizando materiais de baixo custo e software livre.

O sexto e último momento foi apresentado as técnicas de monitoramento da pluviosidade e temperatura do ar na escola, com análise e discussão dos resultados feitos pelos alunos.

4.1 DOS SUBSUNÇORES À PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA A PERCEPÇÃO DO CLIMA

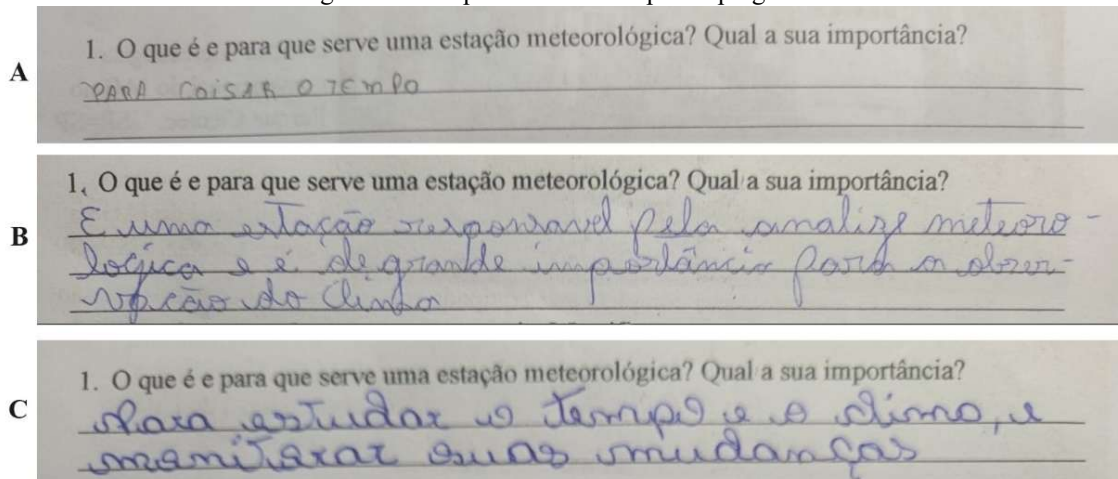
4.1.1 Análise dos questionários e sequência didática

Um questionário contendo 11 perguntas relacionadas a climatologia foi aplicado ao grupo de alunos do ensino médio, com o objetivo de diagnosticar o que eles já sabiam a respeito do assunto, ou seja os subsunçores (Apêndice “B”). As respostas do questionário subsidiaram o planejamento e a metodologia de ensino para a introdução dos conceitos básicos sobre a iniciação científica e a climatologia.

Dos 28 alunos que responderam o questionário, apenas um deixou a questão em branco, ou seja, não respondeu a pergunta número 1. Todos os outros conseguiram fazer uma relação entre a estação meteorológica e o clima. Sete alunos responderam de forma simples e curta usando menos de uma linha, com pouca ou nenhuma explicação (Figura 19A). Os demais

alunos conseguiram fazer uma resposta tentando explicar o objetivo e a importância de uma estação meteorológica utilizando mais de uma linha em suas argumentações (Figura 19B, 19C).

Figura 19 - Resposta dos alunos para a pergunta 1

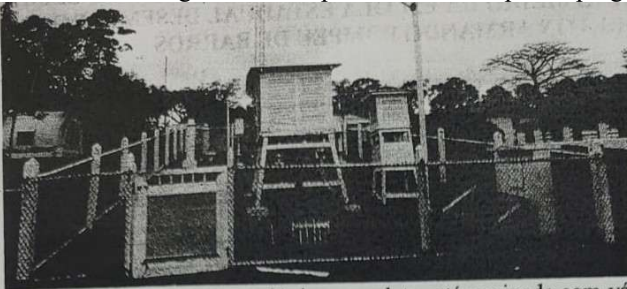


Fonte: o autor.

A pergunta 10 está diretamente ligada a pergunta 1, no entanto ela ficou longe, para que a imagem e os nomes dos instrumentos ficassem na mesma página. De forma geral, a maioria dos instrumentos descritos nessa pergunta não era conhecidos pelos alunos, pois as linhas destinadas as respostas ficaram em branco, ou foram respondidas como “não sei” (Figura 20). Dentre os sete instrumentos listados no questionário, o único aparelho que todos os alunos tinham um certo conhecimento era o “termômetro”.

Para esses instrumentos, 26 alunos responderam que o termômetro servia para medir a temperatura. Dois alunos disseram que o termômetro era para medir a temperatura do corpo (Figura 20). 13 alunos responderam que o pluviômetro era usado para medir a chuva ou a água. Três alunos afirmaram que a biruta era para indicar a direção do vento e um aluno informou que era para medir a velocidade e a direção do vento. Para todos os outros instrumentos não houve mais acertos, ou seja, escreveram informações erradas, trocadas, responderam que não sabiam ou deixaram sem responder (Figura 20).

Figura 20 - Resposta dos alunos para a pergunta 10



Estação Meteorológica convencional do IAG no Parque Cíntec. USP=SP

Uma estação meteorológica completa está equipada com vários equipamentos que são responsáveis para monitorar diversas variáveis climáticas. Esses equipamentos estão listados abaixo. Você sabe dizer o que é cada um deles? Ou o que variável climática dada um deles medem?

Termômetro:
Mede a temperatura do corpo

Pluviômetro?
Não sei

Barômetro?
Não sei

Psicrômetro?
Não sei

Anemômetro?
Não sei

▪ Biruta?
Biruta líquida?

Tanque de evaporação ou evaporímetro?
Não sei

Fonte: o autor.

Foi constatado que todos nunca viram uma estação meteorológica antes e tão pouco conheciam os instrumentos que eram responsáveis pelo registro das condições do tempo. Por conseguinte, também não sabiam como eram registradas as informações em uma estação meteorológica, nem sua rotina de funcionamento.

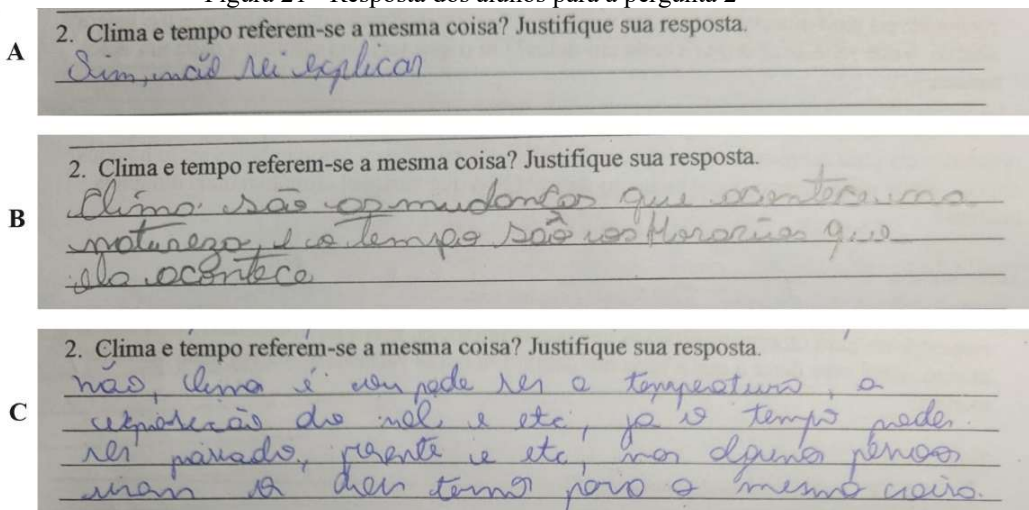
Nas perguntas seguintes, observou-se que alguns alunos responderam com mais espontaneidade, sem receio de uma possível correção como certo ou errado. Enquanto outros responderam de forma apenas com “não” ou “não sei” ou simplesmente deixaram a pergunta sem resposta.

Vale ressaltar que o conteúdo de climatologia já havia sido estudado por todos os alunos presentes na aula durante o ensino fundamental. Além disso, na atual escola, o tema é abordado no 1º ano do Ensino Médio. Coincidentemente, as professoras de geografia tinham iniciado esse conteúdo na semana anterior, explicando a relação entre tempo e clima, embora ainda não

tivessem realizado nenhuma atividade sobre o assunto. Como a maioria dos alunos participantes da pesquisa estava cursando o 1º ano naquele momento, todos já possuíam uma noção, mesmo que superficial, sobre a relação entre tempo e clima.

Em relação a pergunta nº 2, dois alunos não quiseram opinar e simplesmente deixaram a questão em branco, três alunos responderam apenas com a palavra “não” sem qualquer explicação que tenha levado a chegar essa conclusão. 13 alunos responderam de diferentes maneiras, algumas com palavras desconectadas uma das outras e todas não conseguiram explicar de forma coerente a diferença entre tempo e clima (Figura 21).

Figura 21 - Resposta dos alunos para a pergunta 2



Fonte: o autor.

Dez estudantes responderam de forma mais coerente, demonstrando em suas respostas uma certa compreensão da relação entre tempo e clima. Algumas dando exemplos plausíveis usando frases ou palavras organizadas que remetem a lembrança de uma aprendizagem sobre o assunto. Todavia, foi possível perceber que algumas das respostas mais coerentes, eram cópias idênticas de outro questionário do colega próximo, evidenciando uma prática muito comum na educação básica quando o aluno não sabe a resposta.

Após a análise das respostas do questionário e a observação da interação dos alunos nos primeiros dias de aula, foi possível inferir que a maioria, apesar de já ter estudado o conteúdo em aulas anteriores, ainda não havia assimilado a relação entre tempo e clima e como isso pode influenciar suas vidas. Possivelmente aulas práticas ou uma visita estação meteorológica poderia ter contribuído para essa lacuna no conhecimento.

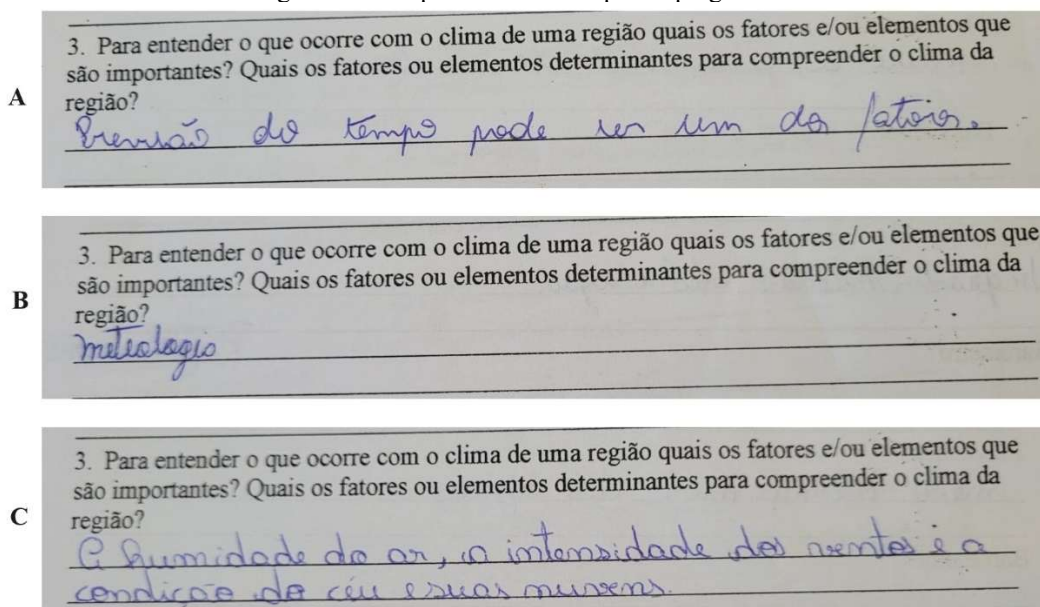
Assim, para essa aula, ênfase foi dada nas definições de tempo e clima dando exemplos práticos que eram possíveis relacionar no cotidiano dos alunos. Imagens em slides que

representavam diferentes tipos ou condições do tempo e de clima, que podem ocorrer no Brasil, no mundo e em Colíder foram exibidas, explicando sua sazonalidade ao longo do ano em relação a temperatura e a chuva, bem como sua influência na formação das espécies vegetais. Trechos de telejornais apresentando a previsão do tempo foram assistidos, constatando que eles apresentam a previsão do tempo e nunca a previsão do clima.

A pergunta 3 do questionário, tinha como objetivo descobrir se eles sabiam a diferença entre fatores e elementos climáticos, e se eram capazes de descrever alguns deles. Todavia, ao analisar as respostas dessa pergunta, percebe-se que a maioria dos alunos não tinham noção do que são fatores e elementos climáticos.

Quatorze alunos deixaram a questão em branco, enquanto oito responderam de forma simplista, baseando-se em suposições. No entanto, essas respostas não indicavam um entendimento real sobre fator ou elemento climático (Figura 22A, 22B). Seis alunos demonstraram conhecimento sobre alguns fatores e elementos climáticos, mas nenhum deles conseguiu distinguir ou identificar se estava se referindo a um fator climático ou a um elemento climático. (Figura 22C).

Figura 22 - Resposta dos alunos para a pergunta 3



Fonte: o autor.

Após a análise das respostas, ficou evidente que a maioria dos alunos não sabiam ou não lembravam sobre o assunto. Os poucos alunos que conseguiram discorrer sobre isso, não tinha muita confiança ao expor as diferenças entre fatores e elementos climáticos. Sobre esse assunto a aula discorreu apresentando os fatores climáticos: latitude, altitude, forma ou

disposição do relevo, vegetação, correntes marítimas, Massas de ar, localização em relação ao mar e fatores antrópicos. A aula foi realizada escrevendo tópicos no quadro branco, ilustrando cada fator climático com desenhos que pudessem proporcionar uma visualização melhor da ação de cada fator climático e sua influência no clima.

As explicações eram sempre conduzidas de forma a instigar o conhecimento prévio dos alunos. Faziam-se perguntas diretas a todos, incentivando a interação com a aula e aumentando o envolvimento com o conteúdo discutido. Durante o diálogo sobre o fator latitude, por exemplo, descobriu-se que muitos alunos não possuíam os subsunçores necessários para compreender como esse fator influenciava o clima de certas regiões, pois não conheciam a definição de latitude nem como identificá-la em um mapa. Para sanar essa lacuna, foi desenhado um globo terrestre com paralelos e meridianos, explicando-se a função desses elementos e como eles formam as coordenadas geográficas.

A falta de subsunçores foi evidenciada em relação a outros fatores climáticos, algo possível devido a dialogicidade durante as aulas. Para minimizar essa ausência, foi necessário muito mais tempo, para retomar os conceitos fundamentais relacionados aos fatores climáticos que constavam no planejamento. Lecionar sem a pressa de concluir o livro ou a apostila revelou-se um ponto positivo, pois permitiu explorar as dúvidas dos alunos, usando exemplos próximos do ambiente em que vivem, facilitando assim uma aprendizagem mais significativa.

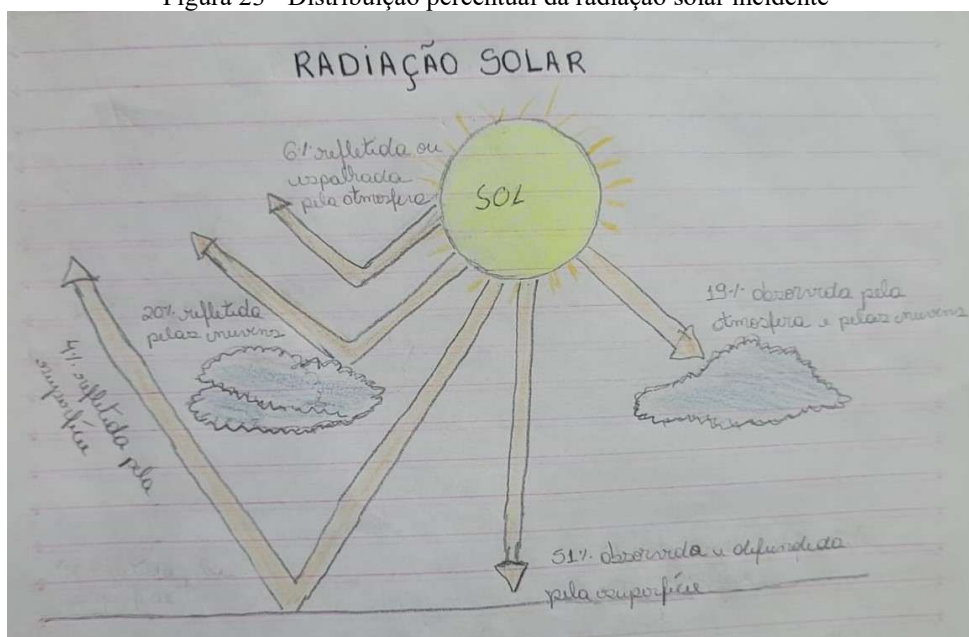
Ainda sobre a pergunta 3 do questionário, o planejamento foi elaborado para tratar dos elementos climáticos. A ênfase foi dada na apresentação de quais são os elementos do clima e como eles poderiam ser observados ou monitorados, para entender as características climáticas de uma determinada região. Os primeiros elementos climáticos a serem trabalhados foram a radiação solar, temperatura do ar e pressão atmosférica.

Nesta aula, inicialmente abordou-se a radiação solar num contexto simples, explicando a origem da fonte de energia para o aquecimento da Terra. Os alunos foram instigados a externalizar o conceito de radiação solar. Ouviram-se respostas tais como: “não sei”, “ondas solares”, “luz do sol”, “calor do sol”, “será que está relacionado as bombas nucleares”. Percebeu-se que a maioria dos estudantes sabiam do que se tratava, portanto compreendiam o conceito, porém não conseguiam organizar uma frase que pudessem explicar de forma sucinta a pergunta.

Foi explicado que a radiação solar era formada por ondas eletromagnéticas derivadas da luz que se move no vácuo do espaço chegando até a Terra. Não se detalhou o comprimento das ondas eletromagnéticas, pois, para aquele momento, não era necessário, já que eles teriam aulas específicas sobre o assunto no componente curricular de Física dentro do calendário escolar.

Desenhos no quadro exemplificaram como a radiação solar chega à Terra, sendo parte dela absorvida ou refletida de volta para o espaço pela atmosfera e seus constituintes, como ozônio, vapor de água e sistemas de nuvens (Figura 23). Grande parte dessa radiação atinge a superfície da Terra, aquecendo o ar de baixo para cima à medida que a energia é refletida pelo solo, plantas e superfícies líquidas. Dependendo do dia, da hora e das condições atmosféricas, pode-se ter temperaturas elevadas ou amenas em cada região.

Figura 23 - Distribuição percentual da radiação solar incidente

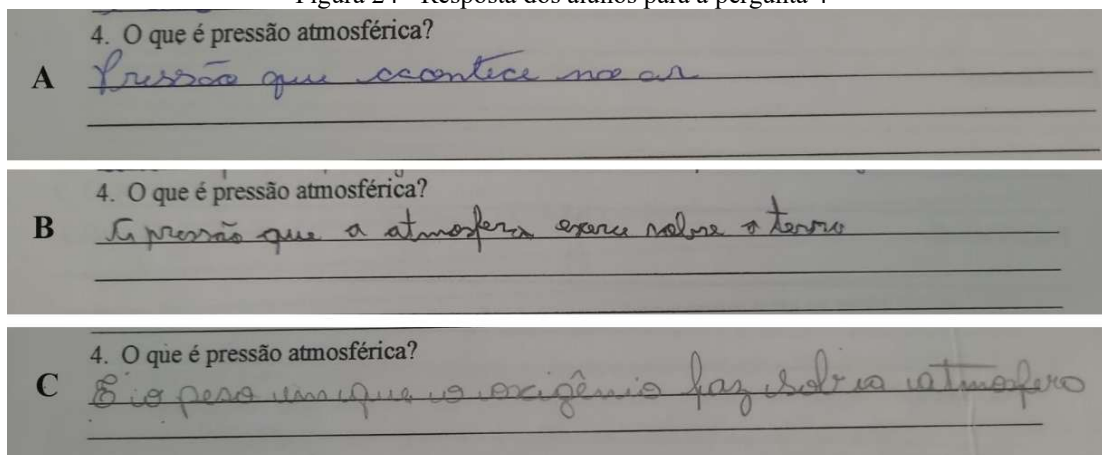


O autor

Em seguida, a ênfase foi dada à termometria, abordando a temperatura do ar e explicando que ela pode ser medida nas escalas Fahrenheit, Celsius e Kelvin. Foi utilizado um termômetro digital, para explicar as variáveis das temperaturas. Ao mesmo tempo era escrito no quadro e registrado nos cadernos deles essas variáveis como: temperatura máxima, temperatura mínima, média térmica e amplitude térmica de um determinado período.

Para a compreensão da pressão atmosférica, foi analisado a pergunta 4 do questionário e observou-se que oito pessoas deixaram a pergunta sem responder, duas pessoas responderam que era a “pressão da Terra” e a maioria escreveu respostas relacionando a pressão atmosférica com o ar (Figura 24). Alguns simplesmente disseram que era a pressão do ar e poucos alunos arriscaram dizer algo mais detalhado.

Figura 24 - Resposta dos alunos para a pergunta 4



Fonte: o autor.

Observou-se que esse assunto não é muito bem compreendido por eles, devido à dificuldade de visualizar o ar e principalmente o seu peso. Alguns alunos gesticulavam com as mãos acima da cabeça dizendo: “professor olha aqui, eu não estou sentindo nenhum peso sobre mim”, “professor não dá para sentir o peso do ar”.

Para sanar as dúvidas e as dificuldades de percepção do peso do ar, alguns desenhos foram feitos no quadro, representando uma área montanhosa e uma área com altitude ao nível do mar. Foi desenhado uma coluna de ar com concentração de suas moléculas na parte mais próxima do nível do mar. A concentração de moléculas de ar era mais densa e a concentração dessas moléculas acima do topo da montanha era mais rarefeita.

Assim eles aprenderam que o ar tem um peso, e devido a esse peso, a maior parte das moléculas de ar estão em um nível mais baixo. Quanto mais próximo do nível do mar, maior será a concentração do ar. Nesse momento alguns alunos começaram a interagir na aula com exemplos de situações que ouviram na televisão como: “Então é por isso que quando a seleção brasileira vai jogar lá no Peru eles vão uma semana antes para se acostumar né professor”, “eu ouvi dizer na televisão que lá em cima das montanhas a bola corre mais rápido porque tem menos ar”.

Durante a aula eles compreenderam que a pressão atmosférica, pode variar devido a influência de alguns fatores como a latitude, altitude e a temperatura do ar. Todas essas informações eram ilustradas no quadro branco para melhor assimilação do conteúdo. Também foram utilizados outros exemplos para que eles pudessem compreender a diferença de pressão atmosférica, como uma viagem de avião, que se desloca rapidamente de uma região de alta pressão para uma região de baixa pressão e vice-versa, fazendo com que o nosso corpo, principalmente o ouvido que é mais sensível a perceber essa mudança de pressão atmosférica.

Para aqueles alunos que já viajaram de avião, rapidamente comentava que lembravam da sensação de desconforto no ouvido durante a mudança de altitude do avião. Aqueles que ainda não tiveram a oportunidade de viajar, disseram que irão prestar muita atenção quando for fazer a primeira viagem. Dessa forma, muitos deles eles iriam lembrar dessa aula e consequentemente da pressão atmosférica durante as suas viagens de férias com a família.

Nessa mesma aula ainda foi abordado sobre a dinâmica dos ventos, e a sua relação com a pressão atmosférica, lembrando sobre as massas de ar, que normalmente se originam de regiões de alta pressão e se destinam para regiões de baixa pressão atmosférica.

Como não havia no questionário uma questão sobre a umidade do ar, foram feitas perguntas verbais para instigar o aluno a demonstrar o seu conhecimento sobre o assunto. A maioria ficava em silêncio, quando eram questionados, outros diziam que era a água presente no ar. Os que se aventuravam a responder, remetiam por vezes a informação que viam e ouviam nos noticiários que a umidade do ar estava baixa em períodos longos de estiagem, e que isso poderia causar problemas de saúde.

Nesse momento os alunos não conseguiam dar uma resposta bem completa sobre a umidade do ar, assumimos essa dificuldade para abordar o tema nas aulas, partindo do princípio que trata-se de um conceito fundamental que compõe o quadro conceitual para a compreensão do clima e do tempo. Para Gowin, (1981, apud Moreira, 2022), um episódio de ensino ocorre quando professor e alunos trocam significados compartilhados pela comunidade científica. A linguagem da ciência é universal.

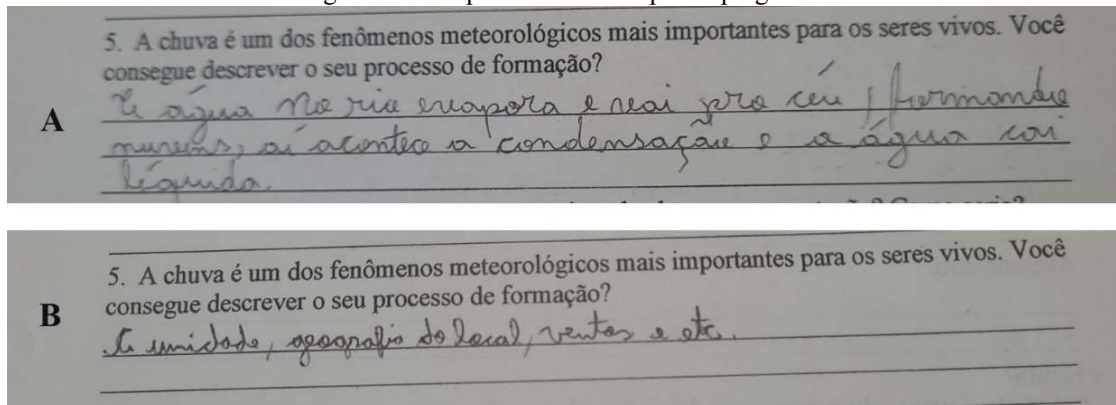
Muitos alunos ficaram maravilhados ao descobrir de uma forma simples como era possível perceber que havia água no estado de vapor no ar ao visualizar a água escorrendo pelo lado de fora de uma garrafa com refrigerante gelado em cima de uma mesa. É importante relatar que todos eles lembravam, mesmo que vagamente sobre as aulas que tratam do ciclo da água. No entanto não tinham segurança suficiente para interagir com o assunto até constatarem visualizando alguns exemplos.

Sobreveio analisar as respostas da pergunta 5, que se refere a chuva. Para essa questão esperava-se que eles pudessem descrever o ciclo da água, relatando o processo de evaporação, elevação até a formações de nuvens e posteriormente a sua condensação para formação das gotas de chuva.

Como já era pressentido, essa pergunta teve o maior índice de acerto. Foram 18 alunos que responderam a pergunta descrevendo diferentes maneiras o ciclo hidrológico em todo o seu processo (Figura 25A). Cinco alunos não compreenderam a pergunta e responderam de forma

desconectada do foco do assunto (Figura 25B). E por fim contrariando as expectativas para uma pergunta considerada relativamente simples, cinco alunos deixaram a questão sem responder.

Figura 25 - Resposta dos alunos para a pergunta 5



Fonte: o autor.

Nessa aula sobre a chuva, não foi necessário trabalhar a fundo o processo do ciclo da água e da formação das chuvas, uma vez que pelas respostas dos questionários e pelas perguntas verbais em sala de aula, foi possível depreender que eles tinham um conhecimento satisfatório sobre a formação da chuva. Mesmo aqueles que não acertaram, ou deixaram em branco a questão, foi constatado que eles tinham uma grande lembrança sobre esse assunto em aulas de anos anteriores.

Posto isso, o foco da aula foi para a forma de monitoramento da chuva, sua unidade de medida e o equipamento capaz de medir a pluviosidade. Além dos desenhos feitos no quadro, para mensurar as formas de coleta e registro da chuva, um pluviômetro de acrílico modelo cunha, foi usado como material didático para a aula. Foi uma aula mais fácil para eles, pois já estavam anotando a pluviosidade na Estação Meteorológica Pedagógica da escola desde a terceira aula do projeto.

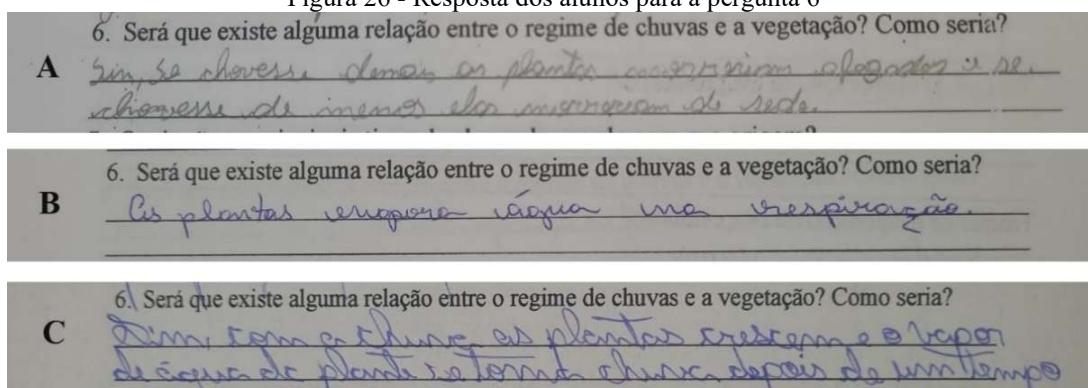
Um pluviômetro automático também foi utilizado para que eles conhecessem, o sistema de registros de chuva sem a necessidade de um observador constante para anotar e esvaziar o pluviômetro. Um pluviômetro artesanal, feito de garrafa de refrigerante foi sugerido para ser utilizado quando não for possível adquirir um equipamento industrializado para monitorar a pluviosidade. Esse equipamento artesanal foi reproduzido pelos próprios alunos em aulas posteriores.

A pergunta 6 e 7 do questionário, estava relacionada ao processo de formação da chuva e a importância na vegetação na pluviosidade. Observou-se que a maioria (16 alunos) não compreenderam o objetivo da pergunta 6 e responderam relatando a importância que a chuva

tem no desenvolvimento das plantas, e que a quantidade de chuva é que vai determinar o desenvolvimento da vegetação no local, mas não mencionaram nada da importância que a vegetação tem no processo de formação das chuvas (Figura 26A).

Seis alunos deixaram a pergunta sem responder, dois alunos deram respostas vazias como por exemplo: “talvez” ou “sim, mas não sei explicar”, três alunos relataram apenas que a vegetação evapora água na respiração, ou na transpiração (Figura 26B). E apenas um aluno conseguiu descrever que tanto a vegetação, quanto a chuva são interdependentes e que a vegetação pode contribuir para o regime de chuvas em determinadas regiões (Figura 26C).

Figura 26 - Resposta dos alunos para a pergunta 6



Fonte: o autor.

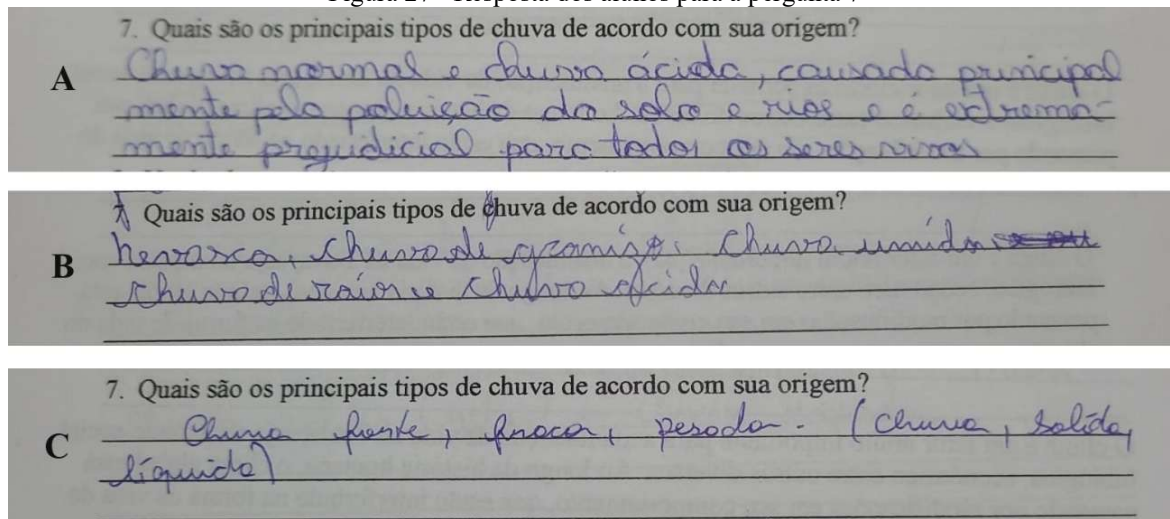
Assim, a aula foi desenvolvida relatando a importância da vegetação na formação das chuvas, principalmente em vegetação de floresta amazônica que é predominante na região da atual pesquisa. Fez-se entender que a floresta tem papel fundamental no processo de formação das chuvas e que seu desmatamento desenfreado coloca em risco sua função de provedora e reguladora de chuvas em grande parte do Brasil (Marengo; Souza JR, 2018; Fernandes; Hacon; Novais, 2020).

Com relação à pergunta 7, trata-se de um conteúdo que é trabalhado na maioria dos livros didáticos de Geografia do 6º ano do ensino fundamental. Também é conteúdo do 1º ano do ensino médio no mesmo componente curricular, portanto, esperava-se que eles respondessem pelo menos um dos principais tipos de chuvas de acordo com a sua origem como por exemplo: chuvas de frente ou frontal, chuva convectiva ou de convecção, chuva orográfica ou de relevo.

No entanto, eles responderam algumas formas de como a precipitação atmosférica pode acontecer. Em suas respostas apareceram: “chuvisco, chuva de vento, chuva forte, chuva fraca, chuva normal, chuva úmida, chuva seca, chuva ácida, nevasca, garoa, geada, chuva de raios, chuva de tempestade, chuva pesada, chuva poluída, chuva líquida” entre outras (Figura 27). O interessante é que em 18 questionários apareceram o termo “chuva de granizo ou chuva de gelo”

e em quatro questionários aparecerem as frases: “chuva sólida”, ou “chuva seca”, que segundo eles, também para se referir a chuva de granizo. Esse tipo de chuva não é comum para a região, ocorrendo esporadicamente e com pouca intensidade.

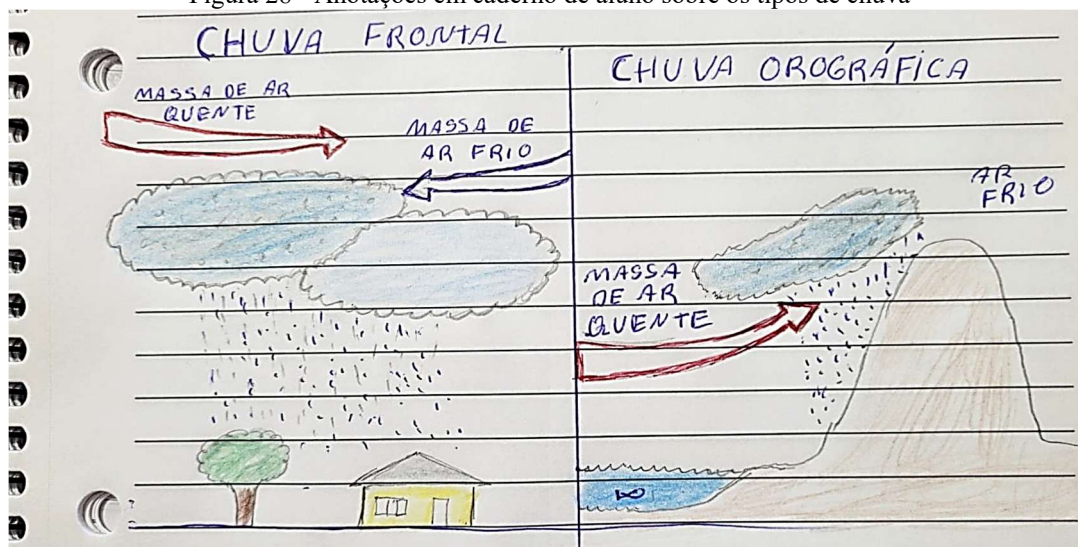
Figura 27 - Resposta dos alunos para a pergunta 7



Fonte: o autor.

Considerando as respostas, corroboradas pelo diálogo com os alunos, não foram percebidos indícios de aprendizagem acerca dos conceitos. É possível inferir que, durante toda a sua trajetória no ensino fundamental, os alunos não tiveram contato com esse assunto. Essa informação foi importante, pois evidenciou a necessidade de uma aula sobre o tema. Foram trabalhados os tipos de chuva de acordo com sua origem, usando desenhos no quadro, já que, ao utilizar conteúdos e imagens em slides, percebeu-se que os alunos tinham dificuldades para fazer anotações e esqueciam rapidamente. Quando o conteúdo era escrito no quadro e ilustrado com desenhos feitos pelo professor, eles reproduziam fielmente os desenhos e as anotações no caderno, não esquecendo mais (Figura 28).

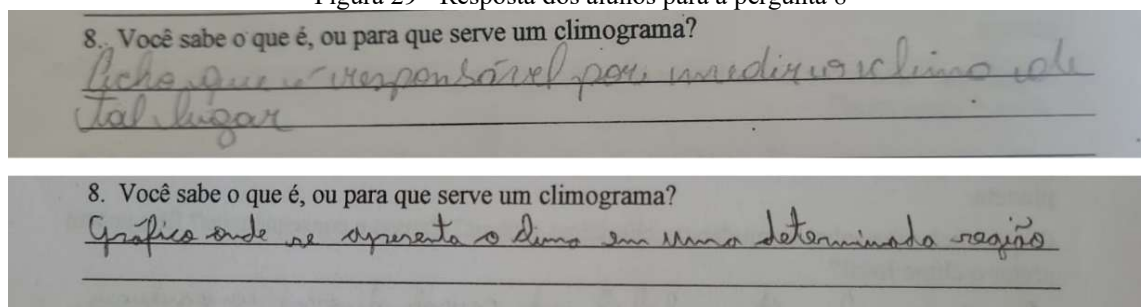
Figura 28 - Anotações em caderno de aluno sobre os tipos de chuva



Fonte: o autor.

Analisando as respostas da pergunta 8, verificou-se que duas pessoas deixaram a questão sem responder. Seis alunos responderam que não sabia o que era um climograma. Dois alunos disseram que servia para medir a chuva e uma pessoa relatou que era para programar o clima. 12 alunos responderam que climograma serve para medir o clima ou o tempo (Figura 29A). Cinco pessoas foram mais específicas dizendo que era para saber do clima, ou ainda que era um gráfico que apresenta o clima de um determinado local (Figura 26).

Figura 29 - Resposta dos alunos para a pergunta 8



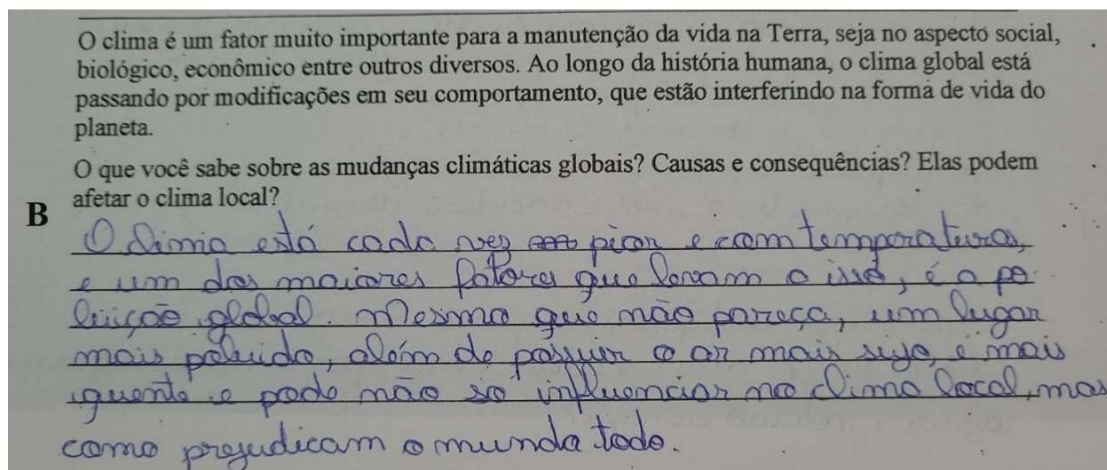
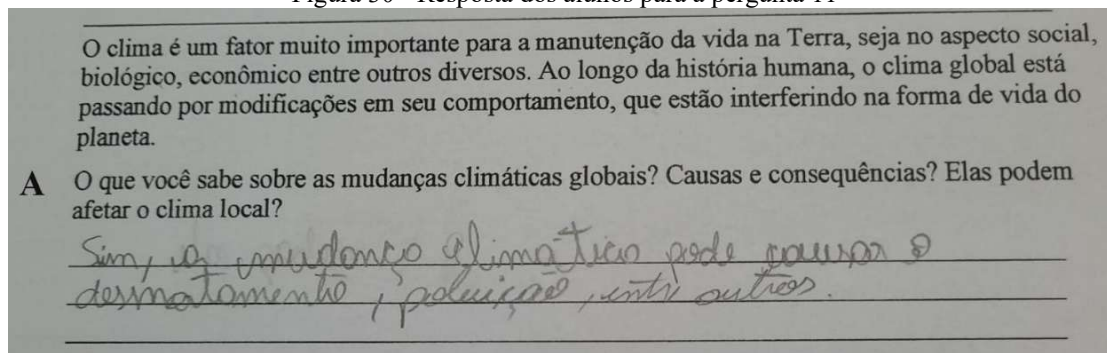
Fonte: o autor.

Essa aula foi dedicada a explicar as funções de um climograma, como ele pode identificar o tipo climático de uma região e os elementos climáticos que estão sendo representados. Também foi feito um climograma no quadro passo a passo, para que eles pudessem reproduzir em seus cadernos e assim, compreender melhor o que ele representa. Foi acordado que em aulas futuras eles iriam produzir um climograma com dados reais do local onde moram usando software de planilha eletrônica.

Com relação a pergunta 11, oito alunos deixaram essa questão sem responder e entre os 20 alunos que responderam, alguns deram respostas mais simples com poucos argumentos e

demonstrando uma certa timidez na escrita, as vezes se confundindo entre causas e consequências das mudanças climáticas (Figura 30A). Outros alunos foram mais espontâneos nas respostas demonstrando mais confiança no que escrevia, apontando exemplos e tecendo opinião sobre o assunto (Figura 30B).

Figura 30 - Resposta dos alunos para a pergunta 11



Fonte: o autor.

Embora as 20 respostas da pergunta sobre as mudanças climáticas não serem uniformes e completas, elas demonstraram que a maioria dos alunos já possuía um certo conhecimento sobre as causas e consequências das mudanças climáticas globais e concordam que esse fenômeno pode afetar o clima local. Sendo assim, o conteúdo desse tema foi trabalhado usando slide com projetor multimídia, tendo em vista que grande parte dos alunos demonstraram vários subsunçores que podem contribuir para uma aula interativa com recursos audiovisuais.

Ao final das aulas teóricas, subsidiadas pela análise das respostas de 10 perguntas do questionário, foi possível depreender que eles desenvolveram competências e habilidades de exercitar a curiosidade intelectual, investigação reflexão e análise crítica (Brasil, 2017). Já possuíam um conhecimento satisfatório sobre os conceitos básicos em climatologia, podendo compreender a dinâmica climática num contexto local e global.

4.1.2 Produção de instrumentos meteorológicos para a percepção do clima

A partir desse momento, os alunos participantes dessa pesquisa já tinham uma boa compreensão sobre a climatologia e conseguiam ter uma percepção da variação diária, mensal e anual das características da atmosfera no ambiente onde vivem. Grande parte dessas habilidades se deu por conta de muitas aulas com carga horária, metodologia e materiais didáticos diferenciados planejados especificamente para o grupo.

Nessa fase eles começaram a produzir os próprios equipamentos que possibilitaram o monitoramento de algumas variáveis climáticas em suas residências. Por ser instrumentos construídos com materiais recicláveis, reutilizáveis ou de baixo custo, podem ser utilizados por professores em sala de aula como materiais didáticos para a compreensão e percepção dos fenômenos atmosféricos. Os instrumentos foram utilizados em quatro turmas de 1º ano do ensino médio, no componente curricular Geografia, sendo comprovado sua eficácia como instrumentos pedagógicos e confirmando o potencial de produção de conhecimento científico dos alunos participante do projeto.

O termômetro caseiro produzido com álcool e materiais recicláveis, foi o primeiro instrumento a ser construído pelos alunos. Eles providenciaram os materiais, exceto a placa de PVC e algumas ferramentas que foram disponibilizadas pelo professor. Nesse momento muitas habilidades foram desenvolvidas, no processo de construção e calibração do equipamento e compreensão do fenômeno envolvido.

Além do processo de construção do instrumento, que já era um aprendizado empolgante para eles, houve também a aprendizagem da dilatação térmica nos líquidos, que possibilitou o álcool subir pelo tubinho quando ocorreu o aumento de temperatura. A concretização do termômetro (Figuras 31 e 32), possibilitou uma compreensão significativa no processo de mudança de temperatura ao longo do dia, tornando esse processo, muito mais perceptível aos olhos deles.

Figura 31 - Aula para produção de termômetro



Fonte: o autor.

Figura 32 - Termômetros de álcool caseiro



Fonte: autor

O pluviômetro caseiro foi o segundo instrumento a ser produzido. Nesse caso, o principal componente utilizado foi a garrafa PET de refrigerante. No entanto havia 3 formas de construção do equipamento de acordo com o tipo de leitura que se fazia para obter os dados da chuva e que seriam construídos pelos estudantes.

Para o primeiro tipo de pluviômetro, utilizou-se apenas uma garrafa PET. A medida dos valores de precipitação foi obtida, na escala de volume em mililitros e convertido em milímetros por meio da equação: $P = 10 \cdot \frac{V}{A}$

Onde:

P = Pluviosidade em mm

V = Volume de água da chuva em litros

A = Área do pluviômetro em centímetros.

O problema desse pluviômetro, é que para executar a equação teria que usar primeiro uma proveta, pipeta ou um copo medidor graduado, para medir a chuva em mililitros e depois transformar em milímetros usando a equação.

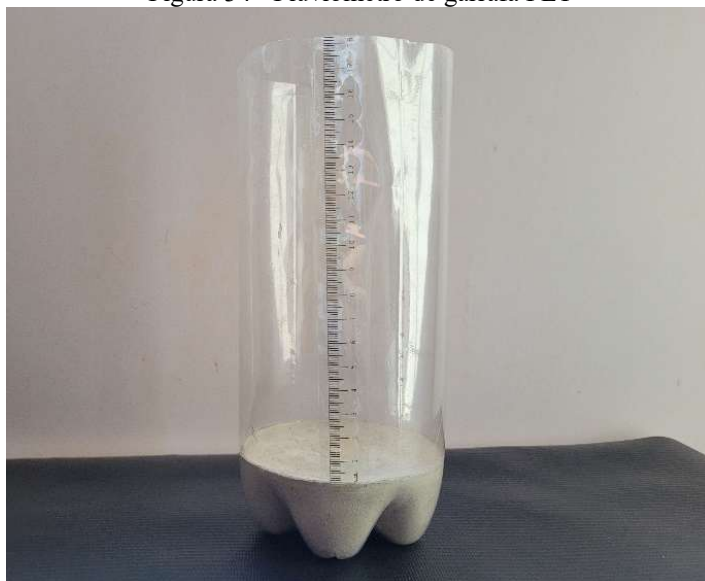
Embora tenha havido um grande aprendizado para conversão de medidas, os alunos optaram por produzir o pluviômetro usando a garrafa PET e cimento, pelo fato de ser um instrumento com maior facilidade e agilidade para a coleta e registro de dados, uma vez que nesse modelo de pluviômetro tem uma régua milimetrada em seu corpo, facilitando a leitura em valores de milímetros de lâmina d'água (Figura 33 e 34).

Figura 33 - Alunos produzindo pluviômetro



Fonte: o autor.

Figura 34 - Pluviômetro de garrafa PET



Fonte: o autor

Cada estudante produziu seu próprio pluviômetro, possibilitando que todos eles fizessem o monitoramento da chuva em suas residências. Imediatamente após as primeiras chuvas, já ocorreram as trocas de informação entre a turma, sobre o quanto tinha chovido em sua casa. Muitas vezes, havia um debate com o objetivo de entender o porquê em um lugar da cidade a pluviosidade medida era maior do que em outro, tendo como instrumento de medida um pluviômetro com as mesmas características.

Com a produção do pluviômetro, muitas informações relacionadas a previsão do tempo noticiadas na televisão tinham mais relevância para os alunos, pois eles desenvolveram habilidades de relacionar o conteúdo estudado em sala de aula com a previsão do tempo e com os dados reais coletados em suas casas. De acordo com Mazur et al. (2019), quando o aluno percebe um sentido naquilo que estuda e sendo o protagonista da sua aprendizagem, haverá mais entusiasmo e perseverança em suas atividades, com menor probabilidade de ocorrer desinteresse na sala de aula.

O terceiro instrumento produzido pelos alunos foi o barômetro. Um aparelho que tem um sistema de funcionamento simples, com o uso de apenas um pote de vidro, um balão de aniversário e um canudinho de refrigerante (Figura 35 e 36). Também foi o equipamento que teve seu processo de produção mais rapidamente aprendido, no qual os estudantes apresentaram maior habilidade na conclusão do experimento.

Figura 35 - Produção do barômetro por alunos



Fonte: o autor.

Figura 36 - Barômetros caseiro em testes



Fonte: autor

O processo de funcionamento do barômetro foi o que provocou o maior entusiasmo entre os alunos. Por se tratar de um instrumento cuja sua existência era desconhecida por todos, a expectativa para ver como o equipamento faria a mensuração da variação da pressão atmosférica, era aguardada com muita expectativa. A ideia de que o ar tem peso, e que esse peso está provocando, uma determinada pressão sobre todas as coisas na Terra, era difícil para ser compreendida.

Conforme a temperatura do ar da sala ficava mais fria, o ar ficava mais denso e exercia uma força sobre a camada formada pelo balão de aniversário sobre a boca (abertura) do pote de vidro. Devido ao ar de dentro do pote estar menos denso, ele permitia a descida da membrana. Como havia um canudo de refrigerante fixada sobre essa membrana, ele tinha sua ponta levantada, indicando que estava ocorrendo um aumento da pressão atmosférica.

Posteriormente o barômetro foi levado para uma sala de aula onde o ar condicionado estava desligado. Depois de algum tempo a ponta do canudo começou a descer, pois o ar da sala estava menos denso do que o ar de dentro do pote, o que permitia uma leve pressão de dentro do pote para fora. “Muito massa”, “Que top”, “Muito legal”, eram expressões, faladas pelos alunos ao perceberem pela primeira vez a variação da pressão atmosférica devido a diferença de temperatura.

Eles também compreenderam que a pressão atmosférica pode variar de acordo com a latitude e altitude, pois esses fatores vão influenciar na dinâmica da circulação e na densidade do ar. O desenvolvimento dessas habilidades por meio da construção dos seus próprios instrumentos possibilitaram que a aprendizagem desses alunos se tornasse mais significativa.

O processo de calibração do barômetro, exigiu uma dedicação maior dos alunos que se revezaram em horários diferentes, para efetuarem os registros da pressão atmosférica em um painel de visualização, que nesse caso foi adaptado com uma caixa de sapato. Nesse momento, pode se inferir que o aprendizado teve uma importância significativa para os alunos, que se deslocavam até a escola para observar os dados de pressão atmosférica em uma estação meteorológica automática e posteriormente anotando no painel do barômetro construído (Figura 37).

Figura 37 - Barômetro caseiro sendo calibrado



Fonte: autor

O anemômetro foi o quarto instrumento produzido com materiais recicláveis. A construção desse aparelho foi o que os alunos encontraram mais dificuldades, por sua vez exigiu um pouco mais de tempo (Figura 38). Como normalmente um anemômetro é composto por três copos ligados por pequenas hastes em cima de um eixo giratório. A principal dificuldade encontrada pelos alunos foi na divisão do círculo para três hastes e posterior fixação dos copos nas hastes e no eixo central.

Para diminuir o nível de dificuldade, foi adotado o modelo de quatro copos colados nas pontas de duas hastes cruzadas sobre o eixo. Devido a disponibilidade de material nas casas dos alunos os copos foram feitos com diferentes materiais entre eles bolinhas de ping pong, fundo de mini garrafas de refrigerante, bolinhas de desodorante *roll-on* e tampas de garrafas de refrigerantes (Figura 39).

Figura 38 - Produção de anemômetros



Fonte: o autor.

Figura 39 - Anemômetros prontos



Fonte: autor

Como o anemômetro construído é analógico e feito de forma artesanal, os dados de velocidade do vento não são produzidos automaticamente pelo instrumento. Assim, para obter os dados, foi necessário a observação e anotações do número de voltas em um determinado tempo. Posteriormente foi usado uma equação para mensurar a velocidade do vento. Dessa forma os alunos desenvolveram competências e habilidades, tanto para a construção do instrumento, quanto para a mensuração dos resultados da velocidade do vento.

Os detalhes do processo de produção dos instrumentos meteorológicos e os diversos tipos de materiais que podem ser usados na elaboração de recursos didáticos, estão no Apêndice “A” deste trabalho. Posteriormente, as técnicas de construção desses instrumentos serão

transformadas em material didático impresso e e-book, que servirá de subsídios pedagógicos para professores e alunos da educação básica.

Após a sequência didática com aulas teóricas e práticas, foi possível inferir que os alunos envolvidos nesse projeto desenvolveram competências e habilidades para compreender a relação entre tempo e clima, identificar os fatores climáticos que determinam os diferentes tipos de clima no mundo, perceber a importância dos elementos climáticos nas características dos componentes geoambientais do planeta. Também adquiriram habilidades para produzir instrumentos, que contribui para a percepção da variação do comportamento dos fenômenos atmosféricos. Esses instrumentos poderão ajudar não somente alunos, mas todas as pessoas que demonstrarem interesse pelo assunto.

4.1.3 Materiais didáticos como subsídios pedagógicos no ensino de climatologia

Para avaliar a eficácia dos instrumentos meteorológicos como materiais didáticos no ensino de climatologia, eles foram levados para as salas de aulas com alunos de quatro turmas 1º ano do Ensino Médio nos períodos matutino e vespertino. O professor pesquisador lecionou em cada sala, uma aula do componente curricular Geografia, cujo o tema era elementos climáticos.

A professora titular da sala já havia trabalhado com os alunos anteriormente sobre tempo e clima e os fatores climáticos. Portanto, ao explicar sobre um elemento climático e suas características, o professor pesquisador, também descrevia o processo de observação e monitoramento dessas variáveis climáticas. O pesquisador apresentava o aparelho que fazia a mensuração do determinado elemento, a sua unidade de medida, seu funcionamento, a forma e os materiais que ele foi construído. Também foi informado que os instrumentos que estavam sendo utilizados como materiais didáticos foram construídos por alunos do projeto de iniciação científica.

Durante a aula os alunos puderam ter contato com todos os instrumentos, e era perceptível o entusiasmo de cada estudante ao manusear o equipamento. A aula não foi gravada em áudio e nem em vídeo para preservar o anonimato dos estudantes, no entanto, um questionário de avaliação da aula, contendo perguntas sobre os instrumentos produzidos com materiais recicláveis foi aplicado aos alunos (Apêndice “D”). Como a aula teve a duração de apenas 50 minutos, não foi possível responder as perguntas no mesmo dia. Assim sendo, o questionário foi aplicado na semana seguinte pela professora titular da turma e sem a presença do professor pesquisador.

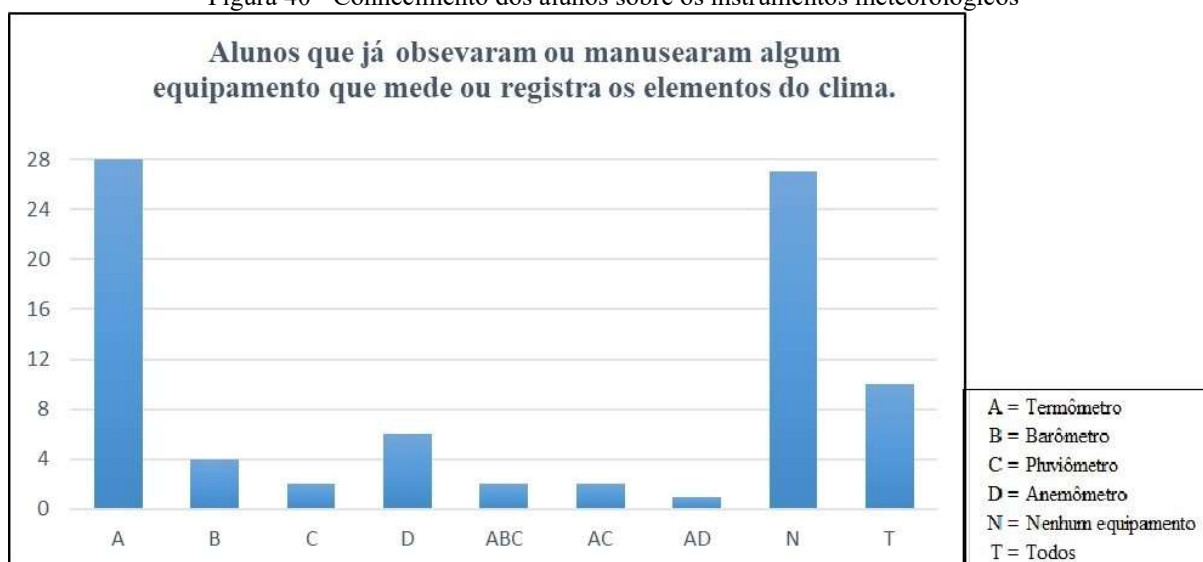
4.1.3.1 Análise do material didático pelos alunos sobre a percepção dos fenômenos atmosféricos com instrumentos alternativos

No dia do preenchimento do questionário, alguns alunos que assistiram a aula com os instrumentos na semana anterior faltaram. Por outro lado, um aluno não assistiu a aula na semana anterior, mas fez questão de responder o questionário, alegando que os colegas tinham reportado a ele como foi o desenvolvimento da aula em detalhes e ele teria condições de responder. Assim sendo, houve um total de 82 alunos que responderam ao questionário, divididos em 4 salas de aula de 1º ano do Ensino Médio.

Pergunta 1 – Você já teve oportunidade de observar ou manusear algum equipamento que mede ou registra os elementos do clima? Qual?

55 alunos responderam que já tinham observado ou manuseado algum equipamento que mede ou registra um elemento do clima. Em relação a qual equipamento eles já tinham observados, a maioria (28 alunos) disseram que já observaram ou manusearam um termômetro. 10 alunos informaram que já observaram ou manusearam todos os instrumentos exibidos e 27 alunos afirmaram que nunca observaram e nem manusearam qualquer equipamento (Figura 40).

Figura 40 - Conhecimento dos alunos sobre os instrumentos meteorológicos



Fonte: autor

É possível observar que os instrumentos barômetro, pluviômetro e o anemômetro são pouco conhecidos pela maioria dos alunos. Essa informação pode ser justificada pelo fato de nosso município não ter uma estação meteorológica, o que elimina a possibilidade de uma aula a campo para melhor compreensão dos estudantes. Materiais didáticos construídos com

materiais de baixo custo, que muitas vezes são encontrados nas residências dos próprios alunos, podem ser uma alternativa viável para preencher essa lacuna de conhecimento, na percepção dos fenômenos meteorológicos.

Pergunta 2 – Identifique o nome dos aparelhos utilizados na aula e diga para que eles servem.

Dos 82 alunos que responderam essa questão, 49 conseguiram identificar os nomes de todos os instrumentos e dizer qual era a função dele. 18 alunos conseguiram identificar o nome dos instrumentos, mas não informaram o que eles faziam. Os 15 alunos restantes, não conseguiram identificar todos os instrumentos, mas conseguiram relacionar a função de alguns (Figura 41).

Figura 41 - Alunos que identificaram os instrumentos relacionando-os com a sua função



Fonte: autor

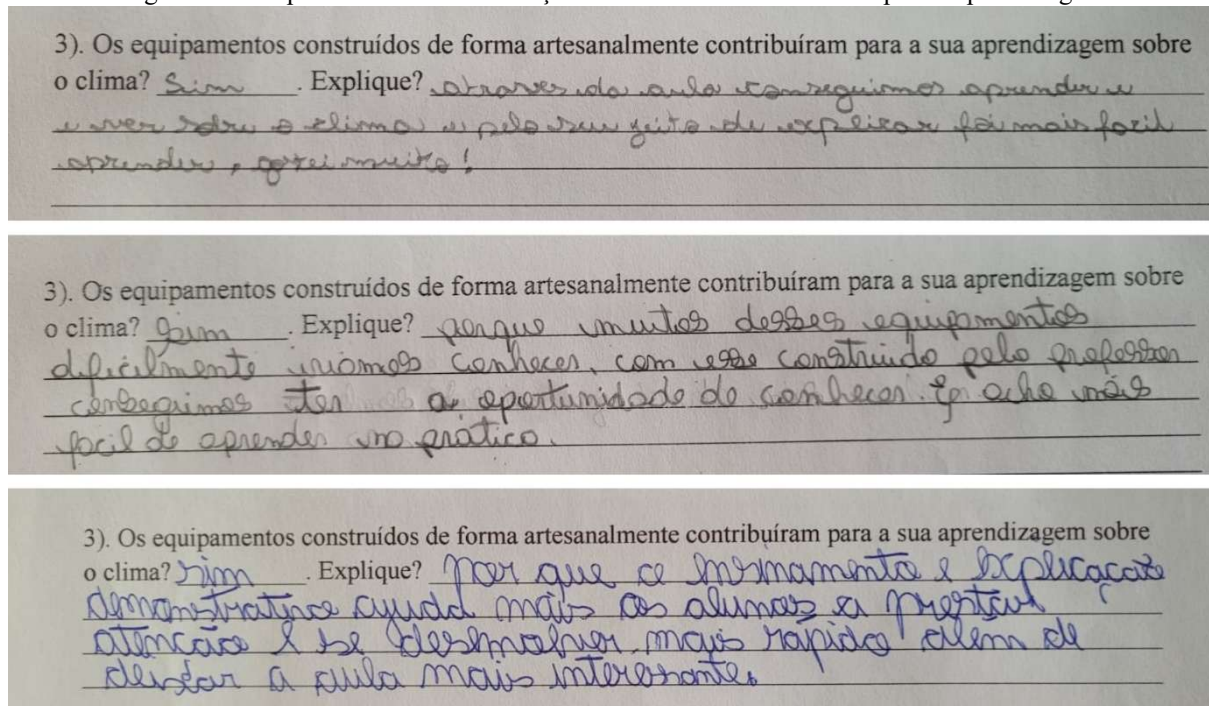
Embora uma quantidade considerável de estudantes não conseguiu descrever a função de alguns os instrumentos, todos eles conseguiram recordar dos seus nomes. Vale lembrar que esse questionário foi aplicado uma semana após a aula expositiva e os alunos não foram avisados de que eles teriam um questionário para responder. Pode-se inferir que ocorreu uma aprendizagem significativa, desenvolvendo competências e habilidades na compreensão dos fenômenos atmosféricos.

Pergunta 3 – Os equipamentos construídos artesanalmente contribuíram para a sua aprendizagem sobre o clima? Explique.

Em relação a percepção da sua aprendizagem sobre o clima, 77 alunos afirmaram que os equipamentos apresentados em sala de aula contribuíram para que eles aprendessem o

conteúdo, ou seja, 94% dos alunos afirmaram que os instrumentos foram importantes para uma melhor compreensão, facilitando a aprendizagem sobre o assunto (Figura 42).

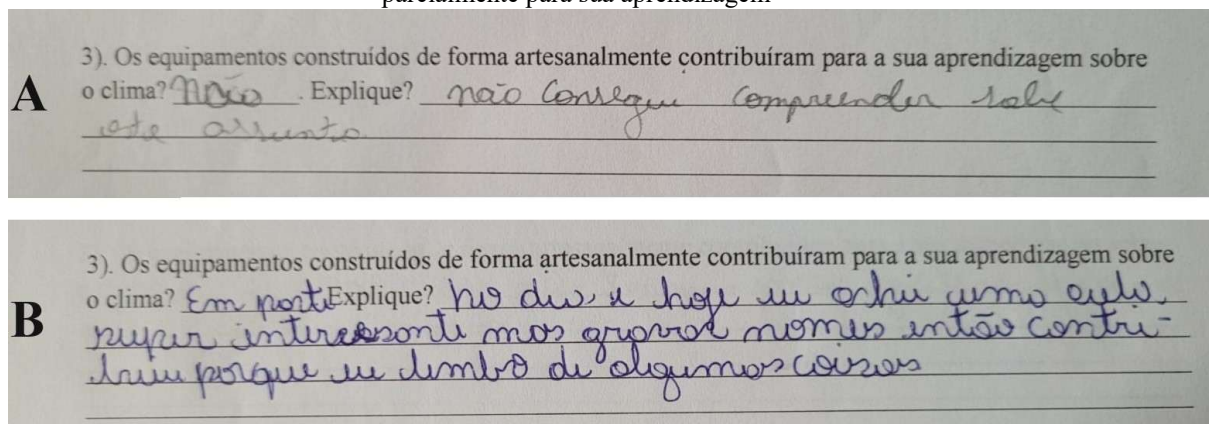
Figura 42 - Respostas sobre a contribuição dos instrumentos artesanais para a aprendizagem



Fonte: autor.

Três alunos disseram que os instrumentos não contribuíram para a sua aprendizagem sobre o clima. Destes, dois alunos na explicação disseram apenas que não compreenderam ou não conseguiram aprender (Figura 43A). Dois alunos informaram que os equipamentos contribuíram parcialmente com sua aprendizagem, no entanto, em suas justificativas, aparecem evidências de que houve contribuições substanciais sobre o assunto (Figura 43B).

Figura 43 - Alunos que afirmam que os instrumentos não contribuíram ou contribuíram parcialmente para sua aprendizagem

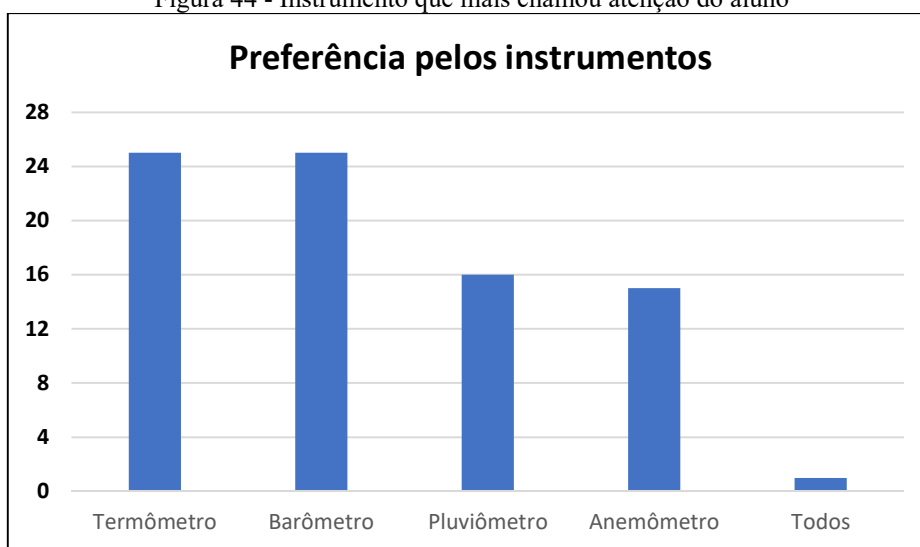


Fonte: autor

Pergunta 4 – Qual dos equipamentos você mais gostou o chamou sua atenção? Justifique.

Entre os quatro instrumentos utilizados na aula, o termômetro e o barômetro, foram os que mais se destacaram, sendo o preferido de 25 alunos cada. O pluviômetro foi o preferido por 16 alunos, o anemômetro foi escolhido por 15 alunos. Um estudante informou que gostou de todos, por serem construídos de forma artesanal (Figura 44).

Figura 44 - Instrumento que mais chamou atenção do aluno



Fonte: autor

Dentre, 82 justificativas para o instrumento preferido dos alunos, em sua maioria, foi possível perceber que os materiais didáticos construídos com materiais alternativos, contribuíram com a aprendizagem deles, facilitando sua percepção da variação dos fenômenos atmosféricos que ocorrem diariamente (Figura 45). O fato de saber que os instrumentos foram feitos por alunos, despertou um interesse maior por parte de alguns, que manifestaram o desejo de produzir o seu próprio equipamento.

Figura 45 - Instrumento preferido do aluno

4) Qual dos equipamentos você mais gostou ou chamou sua atenção? Justifique?

Termômetro foi muito interessante em descendo e depois subindo o nível do nível conforme varia o nível de temperatura.

4) Qual dos equipamentos você mais gostou ou chamou sua atenção? Justifique?

O barômetro pois ele mede a pressão do ar que está sobre nós e também ele dá a nós algo a ver com o tempo.

4) Qual dos equipamentos você mais gostou ou chamou sua atenção? Justifique?

Rheumetro, me chamou atenção porque o equipamento consegue medir a quantidade de gotas de chuva, mais sabe que não é possível.

4) Qual dos equipamentos você mais gostou ou chamou sua atenção? Justifique?

Ememomtro pois a quantidade de vento que tem que fazer é interessante sobre ele.

Fonte: autor

Pergunta 5 – De maneira geral, comente o que achou da aula: “conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima”

A última pergunta apontou que 78 alunos afirmaram que gostaram da aula e justificaram de diferentes maneiras. Entre as justificativas, descreveram a satisfação sobre o conhecimento adquirido, o entusiasmo de conhecer instrumentos feitos por alunos de forma artesanal e a satisfação pela aula ser com metodologia diferenciada (Figura 46). Dois alunos deixaram a questão sem responder, sendo que um deles tinha faltado na aula anterior. Também houve dois alunos que informaram não ter gostado da aula, no entanto um deles em sua justificativa informou que a aula é muito boa e legal (Figura 47).

Figura 46 - Satisfação de alunos com a aula sobre os instrumentos meteorológicos

5) De maneira geral comente o que achou da aula: "conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima"

Foi muito bom ter uma aula prática porque pelas mãos um pesquisador mostra que o ensino não se resume a uma sala fechada e alguns livros, além de que é muito legal ver produtos interessantes.

5) De maneira geral comente o que achou da aula: "conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima"

Aula legal, bem elaborada, foi muito prática, optei por ler o mail enviado como ideia dentro da turma explicada. Os equipamentos são a gente conhece o mail sobre a temperatura, pressão, umidade e velocidade do vento.

5) De maneira geral comente o que achou da aula: "conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima"

Achei a aula interessante, a demonstração das funcionalidades dos aparelhos, a forma de medir a velocidade do vento com a rotação de uma elica foi muito compreensível.

Fonte: autor

Figura 47 - Insatisfação de alunos com a aula sobre instrumentos meteorológicos

5) De maneira geral comente o que achou da aula: "conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima"

Não gostei

5) De maneira geral comente o que achou da aula: "conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima"

Não gostei muito, mas, é uma aula muito boa e legal.

Fonte: autor

De acordo com as análises dos questionários, todos os alunos não conheciam uma estação meteorológica e com exceção do termômetro, a maioria nunca observou nem manuseou um dos equipamentos utilizados para o monitoramento de variáveis climáticas. Também ficou evidente que a aula manipulando os equipamentos meteorológicos teve um impacto positivo na aprendizagem, tornando-a mais significativa, uma vez que uma semana após o contato com os instrumentos, todos os alunos conseguiram identificá-los e a maioria foi capaz de relacionar o nome com sua função dentro de uma estação meteorológica.

O relato das respostas sugere que as técnicas de produção dos materiais didáticos são boas, alcançando um índice de aprovação de mais de 95% dos alunos que participaram das aulas, demonstrando interesse em presenciar outras metodologias de ensino semelhantes.

4.2 FAZENDO CIÊNCIA: DESCOBRINDO PESQUISADORES

4.2.1 Análise da variação termohigrométrica da área urbana do município de Colíder como metodologia de ensino para a iniciação científica

Um dos objetivos específicos dessa tese foi diagnosticar a existência de ilhas de calor na área central do município de Colíder, e a relação entre a ocupação e o uso do solo, como fatores dominantes para o aumento da temperatura na zona urbana. A aprendizagem da metodologia de investigação por parte dos alunos era de fundamental importância para a alfabetização científica dos jovens pesquisadores. Antes mesmos deles dominarem as técnicas da escrita científica, começaram a desenvolver o processo de monitoramento das variáveis climáticas por transecto móvel com o professor pesquisador.

Os alunos tiveram aulas teóricas sobre os fenômenos de aquecimento global, mudanças climáticas, microclimas urbanos e ilhas de calor. Posteriormente, aprenderam conceitos teóricos sobre as técnicas e métodos em pesquisa de monitoramento do clima em ambientes urbanos. Uma das técnicas amplamente utilizadas para o diagnóstico de ilhas de calor é realizada por meio de transecto móvel. Esse método vem se difundindo ao longo dos anos em diversos lugares do planeta, devido ao baixo custo de investimento, uma vez que não necessita a instalação de várias estações meteorológicas fixas pela cidade.

Embora os instrumentos como sensores e *data logger* mais indicados para esse tipo de investigação, são aqueles que tem alto nível de precisão e acurácia com certificação internacional, o uso desses equipamentos muitas vezes inviabiliza a pesquisa por instituições e pesquisadores, devido a necessidade de grandes investimentos na aquisição dos equipamentos. Atualmente vem crescendo o uso de sensores de baixo custo, como alternativa para os obstáculos financeiros. Instrumentos dessa categoria vêm ampliando a quantidade de pesquisa na área, inclusive em cidades de pequeno porte, como é o caso do atual estudo.

Apenas nove alunos participaram efetivamente do monitoramento por transecto móvel. Embora todos tenham demonstrado interesse, muitos estavam impossibilitados de participar, pois, nos momentos dos transectos, obrigatoriamente o aluno teria que acompanhar no contraturno escolar, para que não atrapalhasse os estudos dos componentes curriculares

regulares da escola. Os demais alunos já tinham compromissos assumidos, com o trabalho, com assuntos familiares, ou com outros cursos de qualificação. Como os transectos ocorreram nos períodos matutino, vespertino e noturno, o grupo de alunos se dividiu em três equipes de três integrantes para acompanhar os momentos da pesquisa (Figura 48).

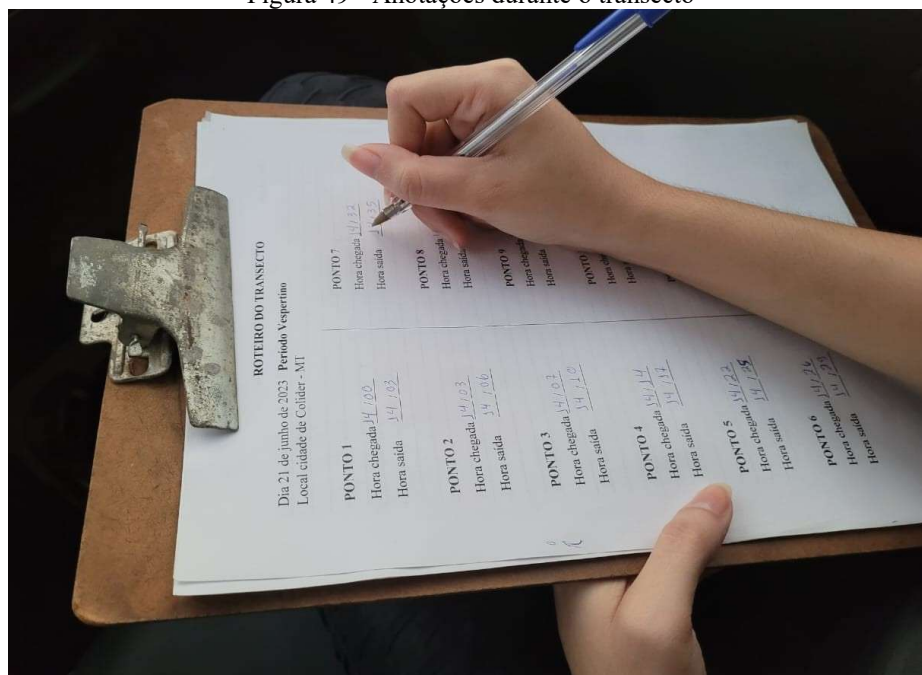
Figura 48 - Equipe de pesquisadores em transecto noturno



Fonte: autor

Para cada período do transecto, o trabalho da equipe era dividido de modo que todos os integrantes estivessem atentos aos aspectos importantes da pesquisa. Uma pessoa era responsável por iniciar e zerar o cronômetro com tempo de três minutos de permanência em cada local, outra pessoa observava as condições atmosférica atual de cada ponto. A terceira pessoa era responsável por anotar em planilha de papel, as observações do tempo atmosférico e o horário da chegada e de saída de cada ponto (Figura 49). O professor pesquisador era responsável por dirigir o veículo e passar todas as orientações, sobre a metodologia da pesquisa e os dados técnicos de observações em campo.

Figura 49 - Anotações durante o transecto



Fonte: autor

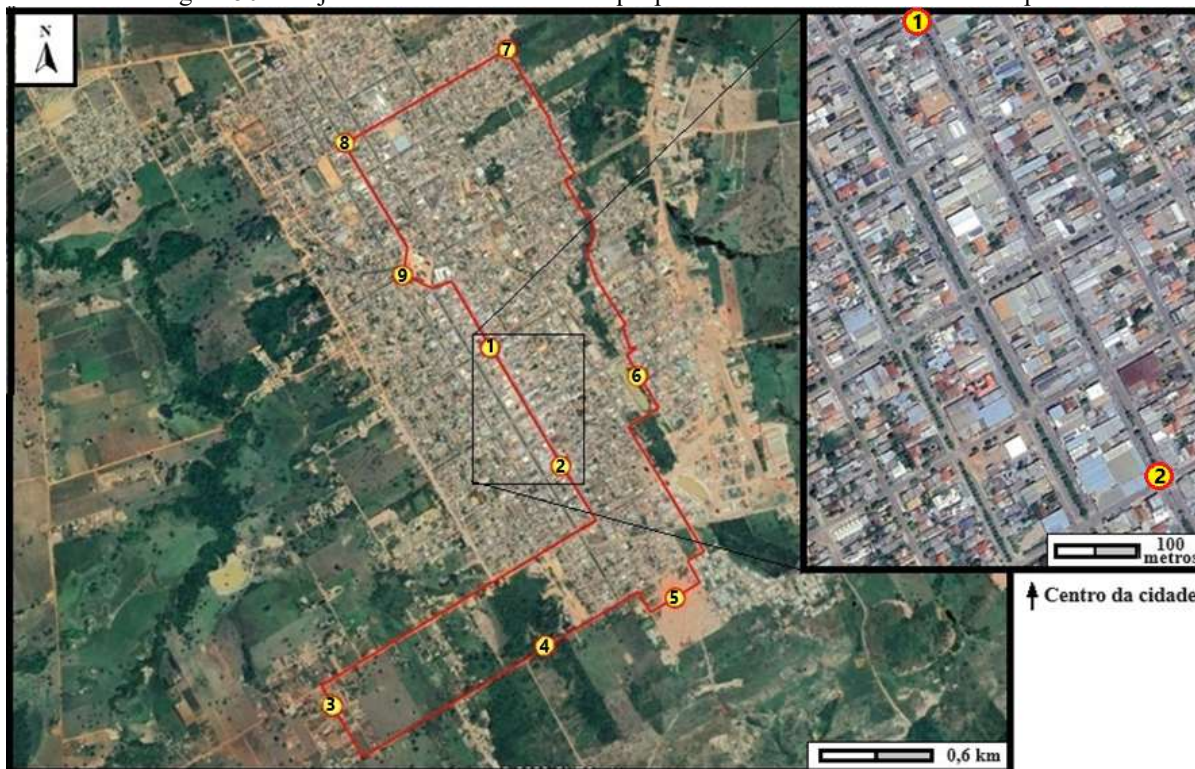
Durante o período da pesquisa de monitoramento por transecto que durou um ano, os alunos continuaram desenvolvendo as atividades relacionadas ao projeto de iniciação científica que acontecia simultaneamente com os demais estudantes. Ocorreram alguns encontros com aulas para compreender todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa. Eles desenvolveram estudos individuais com leituras de artigos relacionados ao assunto.

Embora os alunos tenham desenvolvido habilidades de compreensão e interpretação dos dados científicos utilizado na pesquisa, as análises dos dados obtidos nos transectos foram feitas pelo professor pesquisador, com a contribuição dos nove alunos que estavam diretamente envolvidos nesse monitoramento.

4.2.1.1 Ocupação e o uso do solo: características propensas a formação de ilhas de calor

Assim como a maioria dos municípios do Brasil, Colíder é uma cidade de pequeno porte (Silva, 2022). Embora não tenha grandes indústrias, edifícios e circulação de ônibus e caminhões, a cidade possui uma área central com intensa ocupação urbana, resultado de construções de diversos ramos comerciais que, de forma geral, ocupam todo o terreno (Figura 50). Em alguns casos, na parte da frente tem uma construção comercial e nos fundos possui a residência dos proprietários, com poucos quintais e muitas vezes esses quintais foram impermeabilizados com calçadas ou cobriram o solo com pedra brita.

Figura 50 - Trajeto do transecto com destaque para área urbana central do município



Fonte: o autor (2024), adaptado do Google Earth Pro

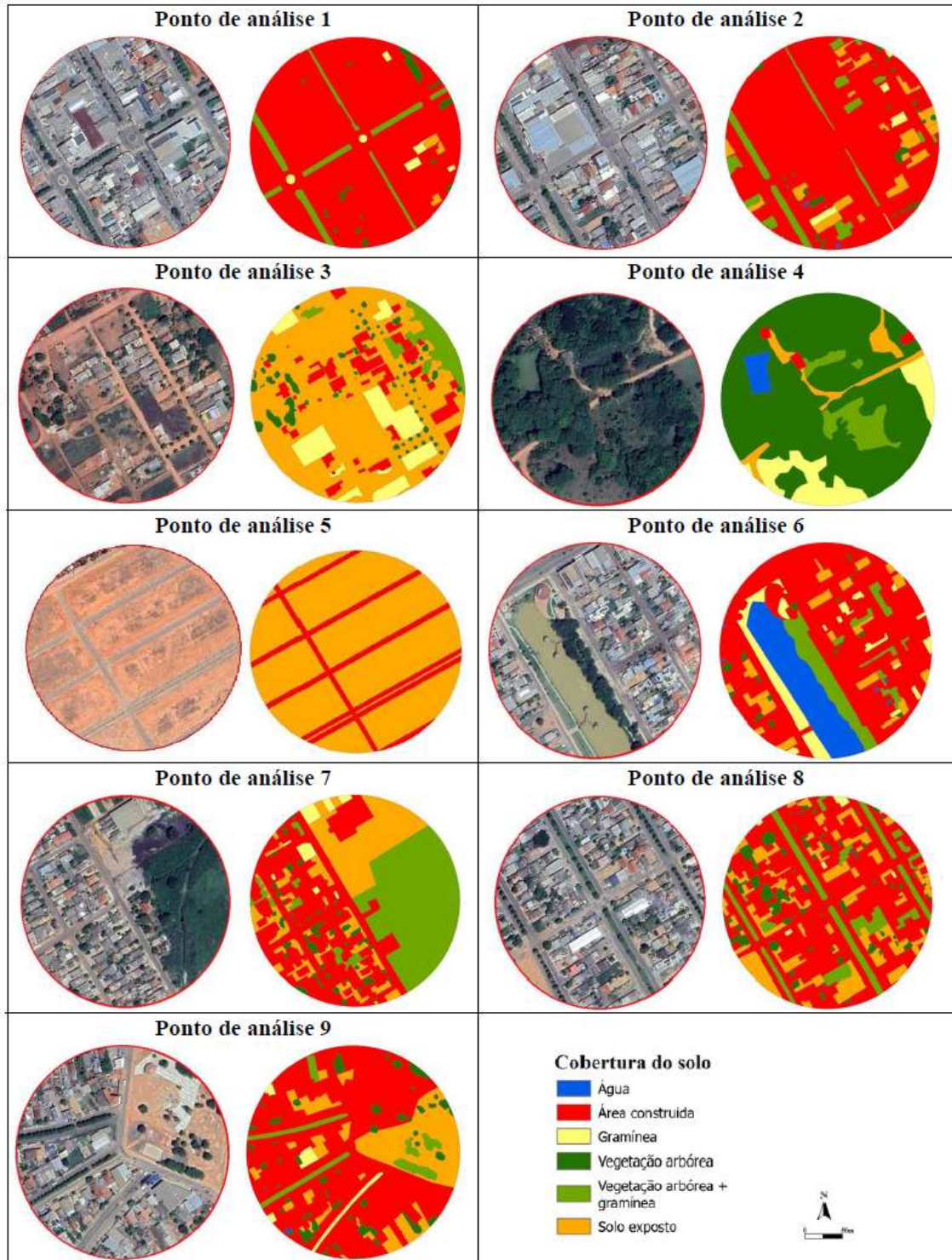
A densidade de construções na área urbana vai proporcionalmente reduzindo à medida que se afasta da área central em direção aos bairros mais distantes. Desse modo, os pontos de coleta de dados para análise estão distribuídos em um trajeto que começa na área central, com maior circulação de pessoas, veículos e com maior densidade de construções urbanas. Os demais pontos vão passando pela avenida mais movimentada em direção às áreas residenciais, da periferia urbana, área com solo exposto, lago, praça e retornando ao ponto inicial no centro da cidade (Figuras 51 e 52).

A cidade de Colíder, assim como os demais municípios de pequeno porte, apresenta poucos atributos que colaboram com a formação de ilhas de calor, justificando a quantidade menor de trabalhos disponíveis em relação as grandes metrópoles. Todavia, as ilhas de calor se manifestam em pequenos núcleos urbanos com intensidades fraca e moderada, como já foram observadas por Teixeira e Amorim (2017), Amorim (2019), Aleixo et al. (2021), Porangaba et al. (2021) e Silva et al. (2022).

Rodrigues *et al.* (2020), Emery *et al.* (2021), Lima *et al.* (2021) e Jaiswal *et al.* (2023) utilizaram uma estação meteorológica fixa instalada em área rural para comparação com as temperaturas de pontos móveis em transectos, a fim de confirmar a existência de ilhas de calor. Como no município de Colíder não há uma estação meteorológica instalada, o ponto 4 foi

considerado como área rural, devido ser o local com maior área verde e poucas edificações ou atividades humanas. Dessa forma, o ponto 4 foi adotado como referência rural, assim como em Teixeira e Amorim (2017), Porangaba *et al.* (2021) e Lima *et al.* (2021).

Figura 51 - Uso do solo dos pontos de análise



Fonte imagem: Google Earth Pro. Fonte mapa uso solo: o autor (2023).

A análise do uso e ocupação do solo de cada ponto selecionado e os valores de temperatura e umidade do ar durante os dias de transecto, estão descritas em detalhes em um artigo que foi submetido a uma revista científica. O artigo já foi aceito para publicação e encontra-se em fase de editoração. O trabalho completo com as análises está disponível no Apêndice “F” dessa tese.

4.2.1.2 Magnitude das Ilhas de Calor em Colíder

Para Garcia (1996), as ilhas de calor podem ser classificadas de acordo com os graus de magnitude, isto é, o valor da diferença de temperatura entre o rural e o urbano. Quando a área urbana estiver entre 0°C e 2°C mais quente, a ilha de calor é considerada de magnitude fraca. Quando a diferença for entre 2°C e 4°C ela é considerada de moderada magnitude. Quando estiver entre 4°C e 6°C é considerada de magnitude forte, e quando a diferença for maior que 6°C pode ser chamada de ilha de calor com magnitude muito forte.

Os dados coletados no início das três estações do ano foram organizados em planilha eletrônica (Quadro 5). Foram calculadas as mínimas, máximas, médias e a amplitude térmicas entre os pontos em cada horário dos transectos para a identificação das ilhas de calor.

Quadro 5 - Temperatura e umidade do ar nos pontos selecionados 2022/2023

		21/12/2022		21/06/2023		23/09/2023	
		Temp	Umid	Temp	Umid	Temp	Umid
Ponto 1	Manhã	23,36	71,34	27,52	54,89	31,02	50,48
	Tarde	27,23	62,61	34,30	24,09	38,09	29,76
	Noite	24,72	76,06	24,32	53,95	30,60	47,52
Ponto 2	Manhã	23,26	72,26	27,55	53,44	29,78	51,55
	Tarde	27,26	62,54	34,42	23,17	37,74	29,52
	Noite	24,83	75,60	25,71	42,83	30,75	46,91
Ponto 3	Manhã	24,01	70,73	27,30	59,85	29,31	56,49
	Tarde	27,14	65,78	33,74	24,75	38,31	29,76
	Noite	22,96	85,14	20,51	77,63	28,26	62,06
Ponto 4	Manhã	22,02	81,54	27,33	56,66	29,29	56,95
	Tarde	26,66	69,58	32,56	25,95	36,91	30,81
	Noite	22,85	86,85	20,64	74,44	27,21	62,69
Ponto 5	Manhã	22,04	77,41	28,24	51,01	30,84	56,49
	Tarde	27,06	71,15	33,81	23,33	37,27	31,03
	Noite	23,09	86,87	25,19	46,76	27,53	60,60
Ponto 6	Manhã	22,55	82,21	28,21	51,32	31,65	58,77

	Tarde	26,80	70,17	33,89	23,45	37,04	32,34
	Noite	23,72	82,10	24,42	49,89	28,40	56,76
Ponto 7	Manhã	22,98	79,55	27,77	54,76	32,20	56,95
	Tarde	27,17	67,34	33,83	24,43	37,92	29,88
	Noite	23,73	82,23	21,81	65,55	27,57	62,13
Ponto 8	Manhã	23,16	71,87	28,49	49,83	31,41	55,46
	Tarde	27,19	69,21	34,12	22,74	38,79	27,29
	Noite	23,78	82,95	24,07	52,57	28,53	58,17
Ponto 9	Manhã	23,88	76,60	28,84	49,49	32,84	51,55
	Tarde	27,48	67,88	33,96	23,41	39,31	25,04
	Noite	24,25	79,62	24,52	51,21	29,28	55,48
Ponto 10	Manhã	23,96	91,01	29,33	48,45	32,93	50,48
	Tarde	27,57	66,56	34,22	23,17	39,74	24,28
	Noite	24,24	78,79	24,57	48,89	29,12	56,05

Fonte: o autor.

Os primeiros registros de temperatura e umidade relativa do ar ocorreram no solstício de verão de 2022. Houve pouca variação dos dados entre os pontos da pesquisa. A temperatura média no período da manhã ficou em 23,1°C, e a umidade do ar com média de 77,4%. No período da tarde a temperatura média foi de 27,1°C, e a umidade do ar ficando e 67,2%, enquanto no período noturno a temperatura média foi de 23,8°C e a umidade do ar registrando 81,6%.

Durante o período da manhã a maior ilha de calor foi detectada no ponto 3, quando registrou 1,9°C maior que o ponto de referência. Enquanto no período da tarde, a maior diferença foi confirmada no ponto 10 com 0,9°C, e a noite foi registrado ilha de calor de 1,9°C no ponto 2. Nas três situações foram caracterizadas ilhas de calor de magnitude fraca. O ponto 2 e o ponto 10 são áreas com intensa ocupação urbana, solo altamente impermeabilizado e grande circulação de veículos. O ponto 3 é uma região com alto índice de solo exposto e pouca área arborizada.

Devido ser um mês com intensa pluviosidade, a maior parte dos dias da estação apresentaram uma elevada taxa de umidade do ar e, consequentemente, muitos dias têm temperaturas mais amenas, com amplitudes térmicas moderadas, mas ainda apresentando ilhas de calor de magnitude fraca. Todavia, estudos realizados por Mota (2017) em Coari (AM), município com o dobro da população de Colíder, diagnosticaram ilhas de calor de magnitude fraca e moderada para o mesmo período de dezembro, utilizando técnica semelhante, evidenciando que nessa época as ilhas de calor são menores.

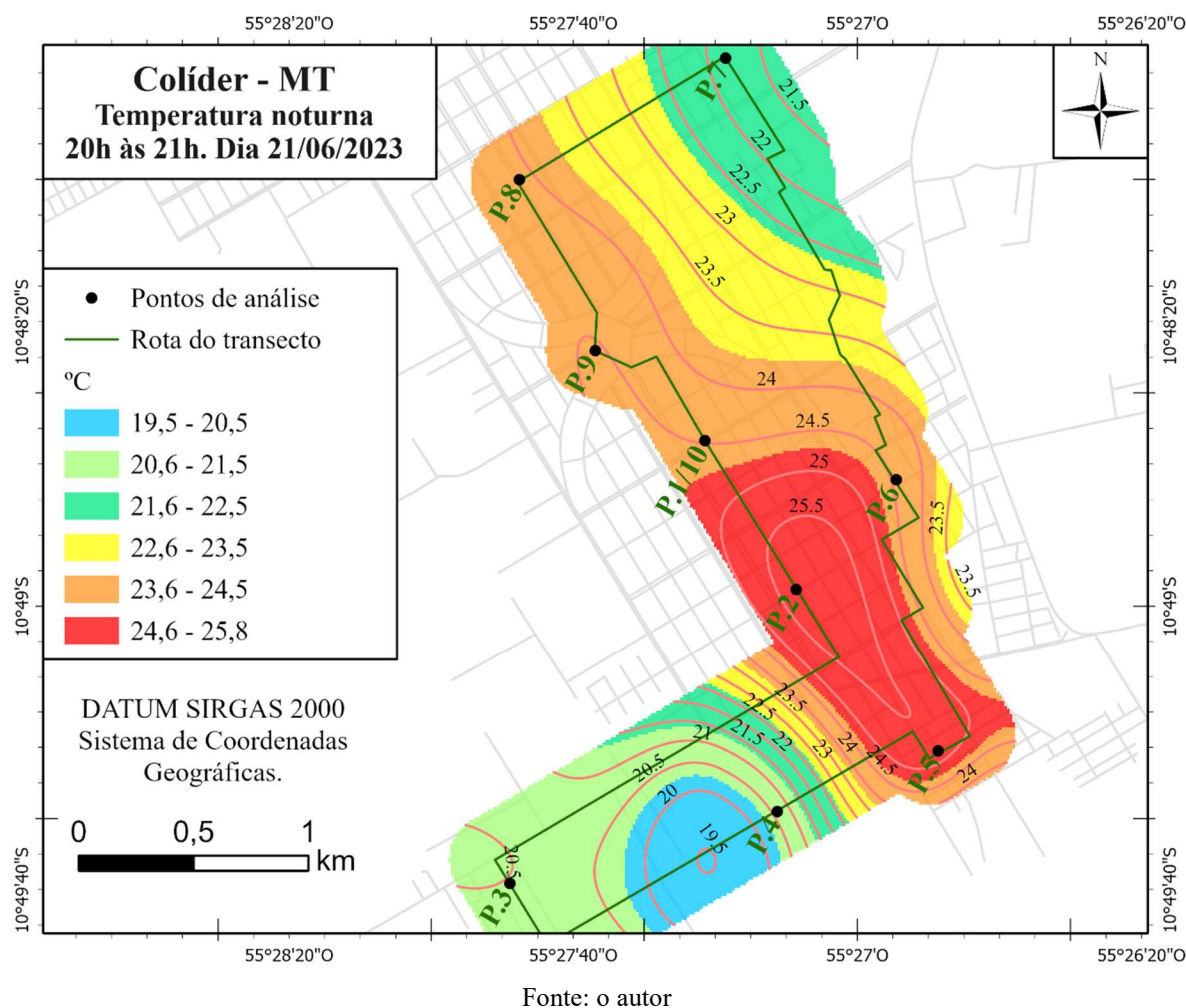
O segundo transecto móvel foi realizado durante o solstício de inverno (21/06/2023). A temperatura média entre todos os pontos no período da manhã foi de 28°C e a umidade do ar média foi de 52,9%. No período da tarde, a temperatura média foi de 33,8°C enquanto a umidade relativa do ar registrou a média de 23,8%. Para o período da noite a temperatura média registrada foi de 23,5°C e a umidade do ar ficou em 56,3%.

Nesse dia de transecto, a maior intensidade de ilha de calor observada no período da manhã ocorreu no ponto 10, registrando 2°C acima da temperatura do ponto de referência, portanto de magnitude moderada. Durante a tarde, a maior diferença foi confirmada no ponto 2, com diferença de 1,8°C, sendo classificada de magnitude fraca. Mas, foi no transecto noturno que se registrou a ilha de calor de maior intensidade da pesquisa com 5,2°C mais quente do que o ponto de referência. Essa ilha de calor caracterizada de magnitude forte, foi registrada no ponto 2, que é uma área com alto grau de ocupação e impermeabilização do solo.

Embora o ponto 10 (ponto 1 uma hora depois) tenha características de ocupação e impermeabilização do solo semelhantes, inclusive um posto de combustível ao lado, ele apresentou ilha de calor com 4,0°C, ou seja, mais de 1°C menor que o ponto 2. Essa diferença se justifica pelo fato do ponto 2 estar bem ao lado do estacionamento do maior supermercado da cidade, onde estava próximo de fechar e havia muitos veículos transitando na entrada e saída do estacionamento. Ao mesmo tempo, a movimentação de pessoas e veículos era grande no posto de combustível que ficava do outro lado da rua. No ponto 10, o posto de combustível já estava fechado na hora da coleta de dados.

Essa ilha de calor de magnitude forte, se estendia para o sul da cidade até o ponto 5 (4,6°C) que é uma área de futuro loteamento, totalmente com solo exposto exceto pelas ruas asfaltadas, formando um grande bolsão de ar quente, que vai da área central até a periferia de expansão urbana, (Figura 52). Ao Norte, a ilha de calor continuou a se estender passando pelo ponto 10 (4,0°C), chegando até o ponto 9 (4,0°C) que é a área ao lado da praça central da cidade.

Figura 52 - Identificação de ilha de calor em Colíder



É possível inferir que o tipo de material que compõem os espaços urbanos, pode contribuir com grande relevância para o aquecimento do ar e a formação da ilha de calor. As cidades de pequeno porte, em seu processo de crescimento, podem adotar medidas de planejamento urbano, que contemplem a rearborização urbana com espécies adequadas ao clima local, utilização de materiais construtivos adequados que não exijam a climatização dos ambientes internos, evitar que novos loteamentos tenham a impermeabilização generalizada do solo e evitar a edificação total dos terrenos (Amorim, 2019).

Atualmente é muito difícil diminuir a circulação de pessoas e veículos na área urbana, mas é necessário encontrar alternativa como a mudança na composição das estruturas urbanas. Jahangir *et al.* (2024), em seus estudos de modelagem em ilhas de calor, adicionando telhado verde nas edificações e aumentando vegetação no solo com gramados e jardins, foi possível reduzir em 0,68°C a temperatura local. A princípio parece pouca redução da temperatura, mas com a implementação e uso de outros materiais de construção mais adequados, uma sensação térmica mais agradável pode ser produzida.

Silva (2022), analisando a ocorrência de ilhas de calor em Três Rios (RJ), também encontrou ilhas de calor de magnitude e intensidade forte e muito forte em áreas com grande ocupação urbana e impermeabilização do solo no período de inverno. Na área do estudo da atual pesquisa, é comum a ocorrência de temperaturas elevadas e baixa umidade do ar para essa estação do ano. Essa ilha de calor de maior magnitude se justifica pelo fato de que os meses de inverno de 2023 no Brasil foram os mais quentes desde 1961 (INMET, 2023).

A terceira sequência de monitoramento por transecto foi realizada no equinócio de primavera de 2023. Foi o período com temperaturas médias mais elevadas para o período estudado. A temperatura média e umidade do ar no período da manhã foram de 31,1°C e 54,5% respectivamente. Para o período da tarde, os números foram de 38,1°C de temperatura média do ar, e 28,9% para a umidade do ar em média. No período noturno a temperatura do ar média foi de 28,7°C e a umidade relativa do ar média ficou em 56,8%.

Embora esse dia tenha sido o mais quente entre os três analisados, não se registrou nenhuma ilha de calor de magnitude forte, ou muito forte, todavia foi identificado ilha de calor moderada nos três transectos realizados. Nos períodos da manhã e tarde, as maiores amplitudes térmicas ocorreram no ponto 10 com 3,6°C e 2,8°C, respectivamente, comparado ao ponto de referência. Enquanto no período noturno, a ilha de calor foi de 3,5°C registrado no ponto 2.

Nos dois últimos dias de registros (21/06/2023 e 23/09/2023), as temperaturas foram muito elevadas e, conseqüentemente, as taxas de umidade do ar foram muito baixas. O período entre junho e setembro foi considerado atípico para região, apresentando um longo período de seca, o que contribuiu para as elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar.

O diagnóstico das ilhas de calor no município por meio de transecto móvel não tinha, como objetivo, a escrita e publicação de um artigo em revista científica pelos alunos, mas sim, que eles compreendessem todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa. O conhecimento científico com as técnicas de análise e monitoramento dos fenômenos atmosféricos na área urbana foi concretizado, uma vez que os estudantes acompanharam todas as etapas do desenvolvimento da pesquisa. Esse conhecimento adquirido contribuiu para novas pesquisas, nas quais os alunos foram protagonistas na construção de sua aprendizagem.

Um artigo completo com detalhes das características do uso do solo nos pontos de análise, bem como a discussão sobre a variação da temperatura e umidade relativa do ar em cada um dos 10 pontos de análise, foi aceito para publicação na Revista Geonorte, e está inserido como Apêndice “F” nesta tese.

4.3 FAZENDO CIÊNCIA: PRODUZINDO PESQUISADORES

A efetivação da inserção dos alunos na iniciação científica necessitava do cumprimento de algumas etapas do processo de realização de uma pesquisa científica, como elaboração de um projeto de pesquisa com fundamentação teórica, metodologia e resultados esperados. Posteriormente, a execução desse projeto seguindo a metodologia e consequentemente a apresentação e publicação dos resultados do estudo.

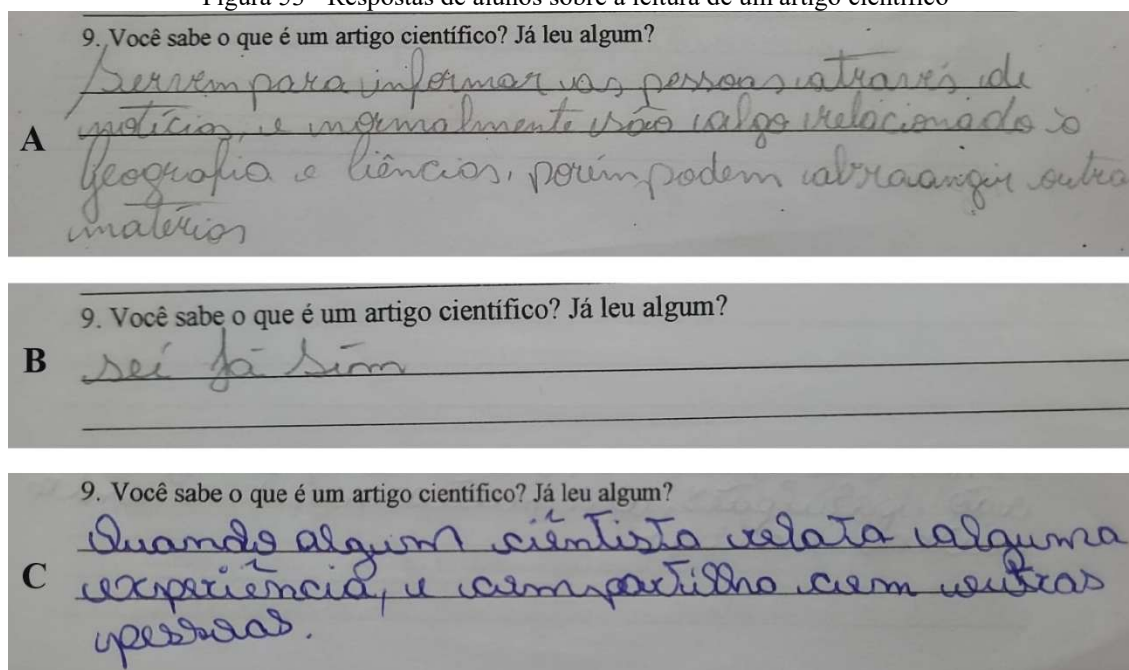
As aulas teóricas sobre climatologia, a produção de instrumentos meteorológicos com materiais alternativos e a participação no monitoramento das variáveis climáticas, para diagnóstico de ilhas de calor, por meio de transectos móveis, possibilitaram aos alunos o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para a realização de uma pesquisa em climatologia. No entanto, faltava apenas o conhecimento teórico científico para que iniciassem a primeira pesquisa.

Para subsidiar a metodologia das aulas que proporcionaria os conhecimentos teóricos em pesquisa científica, foi analisado a questão número nove do questionário aplicado na aula inicial do projeto. Essa pergunta tinha o objetivo de descobrir o que eles já sabiam sobre um artigo científico, para nortear a forma que a leitura de conteúdo científico seria apresentada a eles.

Cinco alunos deixaram a pergunta sem responder. 17 alunos responderam de forma equivocadas ou escreveram respostas fora de contexto (Figura 53A). Alguns colocaram apenas “sim”, “sim, não”, “sim, sim”, “não, não”, “sim já li”, “sei, já sim”, “não, nunca ouvi falar” entre outras respostas parecidas (Figura 53B).

Seis alunos conseguiram explicar de forma convincente o que era um artigo científico, no entanto entre esses alunos, apenas dois afirmaram que já leram um artigo, um disse que nunca leu e três alunos não afirmaram, nem negaram sobre a leitura (Figura 53C).

Figura 53 - Respostas de alunos sobre a leitura de um artigo científico



Fonte: o autor

Foi constatado que a maioria dos alunos não tinha lido e nem sabia o que era um artigo científico. Sendo assim um dia de aula foi dedicado para explicar sobre o artigo científico: quais assuntos poderiam estar em um artigo, a importância de se escrever e publicar e qual era o público alvo.

Algumas revistas foram acessadas e artigos foram observados junto com os alunos. A visualização era feita projetando a imagem da página da revista e artigo no quadro branco, de modo que todos conseguissem acompanhar. Identificou-se os principais tópicos que normalmente um artigo científico apresenta como: resumo, introdução com questão problema, justificativa e objetivos, metodologia, resultados e discussões, considerações finais e referências bibliográficas.

Após um primeiro entendimento, foi determinado que cada aluno teria que pesquisar vários artigos na internet, escolher um relacionado a Climatologia, Física, Geografia, Ciências Ambientais ou áreas afins. Depois que fizessem a escolha, eles teriam que ler o artigo com muita atenção e anotar todos os tópicos importantes que foram apresentados anteriormente, desde o resumo até as referências bibliográficas. Cada aluno deveria apresentar o artigo que escolheu para que todos os colegas assistissem.

Decorrido o prazo para a leitura dos artigos, cada aluno de forma individual expôs as suas impressões sobre o assunto. As apresentações foram feitas em slide, sendo projetado no quadro, para que todos os alunos pudessem acompanhar. Em suas explicações eles diziam, o

nome do artigo, o nome dos autores, o nome da revista em que o artigo foi publicado. Na sequência eles apresentavam o objetivo do trabalho, falavam como foi a metodologia utilizada pelos autores e explicaram quais foram os resultados da pesquisa.

4.3.1 Produção de estação meteorológica automática: a alfabetização científica

De posse de conhecimentos básicos sobre artigo e pesquisa científica, os alunos passaram a escrever um projeto de pesquisa. O objetivo desse projeto era desenvolver uma estação meteorológica automática, que fosse capaz de monitorar algumas variáveis climáticas no município de Colíder. Durante a escrita, novas aprendizagens ocorreriam, tendo em vista que eles tinham que fazer novas leituras sobre o assunto, principalmente sobre os tipos de materiais que seriam utilizados. Toda a escrita passava pela orientação do professor pesquisador que os instruía sobre os ajustes necessários.

O projeto de pesquisa para produção de estação meteorológica automática foi submetido a uma feira de conhecimento a nível estadual intitulada: Mostra de Iniciação Científica no Pantanal, que é realizada anualmente na cidade de Cáceres – MT. O projeto intitulado “Estação Meteorológica com Arcuino: uma proposta pedagógica” foi escrito de acordo com as normas científicas do evento que exigia: questão problema, objetivos, justificativa, desenvolvimento, resultados e bibliografia.

Após avaliação das submissões no evento, o projeto escrito pelos alunos foi aceito para participação na Mostra Científica no Pantanal, assim iniciou os estudos para a aprendizagem de programação na linguagem C/C++, para a montagem da estação meteorológica. Durante as aulas de prototipagem e linguagem de programação, alguns alunos perceberam que não tinham muitas habilidades ou afinidades com o ambiente de programação e preferiram ficar apenas na parte da estação meteorológica convencional. Dessa forma apenas 6 alunos aceitaram o desafio de programar e montar a estação meteorológica automática com Arduino.

As dúvidas eram muitas, as dificuldades eram enormes, mas a equipe estava sempre buscando informações em pesquisas realizadas anteriormente, que utilizaram materiais semelhantes. A produção do abrigo meteorológico feitos com materiais alternativos foi uma etapa menos complicada, no entanto, a programação do *data logger* para registrar os dados demandou um maior esforço e dedicação (Figura 54).

Figura 54 - Alunos desenvolvendo a programação para Arduino



Fonte: autor

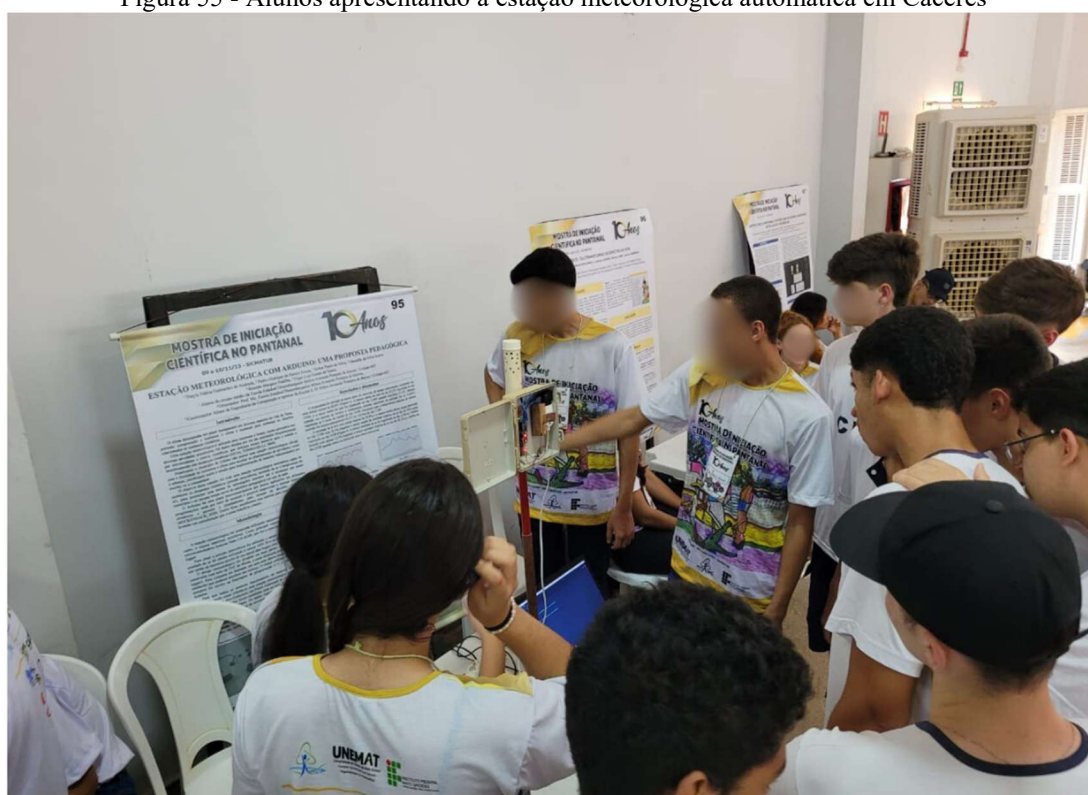
A estação meteorológica foi montada no pátio da escola para o monitoramento do tempo atmosférico. Durante o período de um mês, de 16/08/2023 a 15/09/2023, a estação registrou os dados de temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade relativa do ar. Os dados foram analisados e os alunos escreveram um resumo científico (Apêndice “H”) e elaboraram um banner para a exposição no dia do evento (Apêndice “I”).

Embora seis alunos tenham participado do projeto de produção da estação automática, o evento tinha em suas regras, uma condição em que a equipe de alunos que iria apresentar os trabalhos só poderia ser de quatro integrantes e um orientador. Posto isso, apenas quatro alunos puderam ser inscritos como autores da pesquisa. Esse empecilho não diminuiu o interesse dos demais alunos que continuaram a colaborar com as atividades do projeto.

O evento ocorreu nos dias 09 e 10 de novembro de 2023 e a equipe de alunos e professor, viajou para a cidade de Cáceres, com todas as despesas pagas pela escola por meio da DRE/SEDUC-MT para apresentar os resultados da pesquisa. Todos os trabalhos apresentados no evento foram publicados nos Anais da 10ª Mostra de Iniciação Científica no Pantanal. A participação nesse evento proporcionou a primeira publicação científica pelos alunos da escola (Apêndice “H”).

As atividades na mostra científica duraram o dia inteiro e a medida que o público das diversas escolas chegava para prestigiar o evento, os alunos começaram a fazer as primeiras apresentações. No início estavam apreensivos, pois nunca tinham apresentado trabalho para um público amplo. Mas todos eles apresentaram o projeto de pesquisa com muito entusiasmo e demonstrando conhecer o projeto, seus objetivos, metodologia, desenvolvimento e resultados. Os jovens pesquisadores também explicaram sobre projeções futuras para utilização da estação meteorológica construídas por eles no comércio local e principalmente para o produtor rural, demonstrando uma visão de empreendedorismo na climatologia (Figura 55).

Figura 55 - Alunos apresentando a estação meteorológica automática em Cáceres



Fonte: autor

Várias de suas apresentações durante o dia foram gravadas em vídeo, mas como no espaço existiam muitas equipes apresentando ao mesmo tempo, havia um grande ruído provocado por muitas vozes, e as falas nas gravações ficaram inaudíveis e não puderam ser transcritas. No entanto um questionário sobre a participação do projeto de produção das estações meteorológicas, monitoramento do clima urbano e a participação na X Mostra de Iniciação Científica no Pantanal foi respondido pelos alunos de modo que se pode observar a satisfação em participar de uma pesquisa científica (Apêndice “C”). As perguntas e uma amostra das respostas são transcritas a seguir, resguardando os nomes dos sujeitos envolvidos.

Questão 1: Você já tinha lido um artigo científico antes de entrar nesse projeto? Foi fácil ou difícil a leitura e compreensão dos artigos? Explique.

Todos os seis alunos responderam que nunca tinham lido um artigo científico. Quatro alunos responderam que foi difícil a compreensão dos artigos e um aluno não soube afirmar se teve dificuldade ou não na leitura e compreensão dos artigos:

Aluno 1. *“Inicialmente foi muito difícil, já que é a primeira vez lendo esse tipo de documento me trouxe um monte de dúvidas, devido ao modo que ele é elaborado juntamente de vários termos complexos”.*

Aluno 2. *“Não achei muito difícil, os artigos têm uma leitura de fácil compreensão”.*

O Aluno 1 relata a dificuldade encontrada pela maioria dos alunos ao ler um artigo científico, que retrata técnicas de pesquisa e a forma de apresentação da metodologia e resultados. Sua resposta lembra não só a leitura, mas a preocupação com a elaboração do projeto. Na percepção do Aluno 2 a leitura do artigo científico foi fácil, entretanto, em sua justificativa, não demonstrou ter compreendido os critérios científicos envolvidos.

Questão 2: Qual a dificuldade encontrada para escrever o projeto e o texto final da pesquisa?

Aluno 1. *“A maior dificuldade foi o formato que o texto teria que ser elaborado. Além da dificuldade da pesquisa, entre elas o de encontrar outros artigos como referência”.*

Aluno 3. *“No projeto eu não achava que tinha que ficar falando de outros projetos. Eu achava mais fácil se falasse só do nosso. Depois eu não sabia o que escrever no início. O texto final da pesquisa também tinha que falar de outras pesquisas e isso ainda foi difícil. Mas falar o que nós fizemos foi mais fácil”.*

Constata-se a partir das respostas que as principais dificuldades em relação a escrita do projeto estavam relacionadas a citação de outros trabalhos para o embasamento teórico e também na discussão dos resultados. Essa é uma dificuldade comum para muitos pesquisadores com experiência na escrita científica. Para adolescentes que estão tendo o primeiro contato com a iniciação científica, isso já era esperado.

Questão 3: Como você sanou essa dificuldade?

Aluno 1. *“A maioria das dúvidas foram esclarecidas pelo professor, e a outra parte, por parte de estudos e observando outros artigos escritos”.*

Aluno 3. *“Tivemos muitas aulas com explicação do professor. Depois nós fomos vendo como outras pessoas escreviam. Ai a gente escrevia e o professor revisava tudo”.*

Ficou evidente que para superação da dificuldade encontrada na escrita científica, os alunos fizeram leitura de outros artigos relacionados ao mesmo assunto da pesquisa, com a

constante orientação do professor na indicação dos artigos e na correção dos textos escritos por eles.

Questão 4: Você teve dificuldades para compreender, desenvolver o projeto e construir a estação meteorológica com Arduino e materiais de baixo custo? Quais?

Dentre os seis alunos que participaram ativamente, cinco responderam que tiveram dificuldades e um aluno relata que teve poucas dificuldades. Entre as respostas destacamos:

Aluno 4. *“Sim, pois era um assunto que eu tinha pouco conhecimento, tanto para escrever, quanto para construir”*.

Aluno 5. *“Não tive muitas dificuldades, pois eu gostava da parte do desenvolvimento da construção”*.

O Aluno 4 em sua resposta, demonstra uma realidade comum entre os estudantes do ensino médio sobre a dificuldade da escrita e desenvolvimento de pesquisa científica. Enquanto o aluno 5 relata que teve poucas dificuldades, referindo-se a aptidão que tinha para a programação lógica do Arduino, pois foi uma parte que ele gostou muito.

Questão 5: Você já tinha apresentado uma pesquisa em feira científica estadual ou regional antes?

Aluno 5. *“Não. Essa foi minha primeira vez. A experiência foi boa”*.

Aluno 6. *“Eu nunca participei, apresentando. Uma vez eu fui numa feira quando eu estudava em outra escola. Mas, era diferente. Lá, os alunos não precisavam escrever um projeto científico”*.

Com relação a essa pergunta, verificou-se que nenhum aluno tinha apresentado um projeto em nível regional ou estadual. Dois alunos tinham apresentado um projeto, mas na própria escola e não havia a necessidade de escrever e submeter o projeto para uma comissão científica analisar. Logo, não houve escrita de artigo ou resumo do trabalho que pudesse ser publicado posteriormente. Assim sendo, a participação desses alunos em uma feira em nível estadual foi uma experiência inédita para todos eles.

Questão 6: Como você avalia o seu aprendizado na participação do projeto estação meteorológica?

Essa era uma pergunta objetiva e tinha quatro opções de resposta () ruim, () regular, () bom, () ótimo. Dois alunos assinalaram que foi bom e quatro alunos assinalaram que foi ótimo. O resultado aponta para a satisfação dos alunos com o aprendizado e a experiência vivenciadas por eles.

Questão 7: Faça uma avaliação sobre a sua participação na Mostra de Iniciação Científica no Pantanal como pesquisador (a) apresentando uma pesquisa científica. As respostas

que seguem indicam que a atividade foi importante para promover uma interface satisfatória entre a aprendizagem do tema e a percepção da construção de um paper como descritor de um trabalho científico.

Aluno 2. *“Foi uma experiência muito boa, aprendemos muito. Conhecemos pessoas e lugares. Tivemos chance de apresentar nosso projeto que é bem útil na região”.*

Aluno 4. *“Sinceramente fiquei muito nervosa no começo, mas quanto mais falava, mais me soltava, porque foi muito divertido e diferente de tudo que eu estava acostumada. Fiquei triste porque mesmo tanta gente elogiando nosso projeto, nem no top 3 ficamos”.*

Dos seis alunos que participaram da pesquisa, dois não apresentaram devido ao limite de integrantes exigido pelo evento, no entanto eles disseram que acompanharam a distância, torceram pela equipe e vivenciaram a experiência vendo fotos e vídeos que eram enviados para eles a todo momento. Os demais demonstraram que foi uma experiência muito boa, principalmente porque, ao explicar para o público, aprenderam muito, conheceram pessoas, fizeram amizades e se divertiram.

A última questão teve como propósito evidenciar a aprendizagem de conceitos fundamentais sobre os principais temas do trabalho desenvolvido: climatologia e pesquisa científica.

Questão 8: As técnicas de pesquisa que você aprendeu contribuíram para seu aprendizado sobre climatologia? E como jovem pesquisador? Justifique. As respostas a seguir refletem a opinião dos alunos.

Aluno 4. *“Para ambos, sim. Antes não sabia nada sobre isso, mas agora tenho confiança para escrever um artigo sozinha sobre o assunto”.*

Aluno 6. *“Sim, deu para aprender bastante coisa. Durante as aulas normais de geografia não deu pra aprofundar sobre o clima por causa do tempo. No projeto eu aprendi bastante sobre estação meteorológica e sobre pesquisa científica”.*

Os sujeitos da pesquisa responderam que compreenderam conceitos fundamentais acerca da climatologia e desenvolveram técnicas de pesquisa e escrita científica que contribuirão para sua vida acadêmica e cidadã, considerando que a aquisição de conhecimento é importante para compreender fenômenos climáticos.

Segundo Arantes, Simão e Arantes (2021), a educação científica promove a autonomia, a curiosidade, o pensamento crítico e estimula o desenvolvimento de jovens pesquisadores. Assim, as escolas e professores devem garantir a promoção dessas oportunidades, para disseminar o espírito científico na educação básica. Projetos de iniciação científica nas escolas, proporciona aos alunos uma abordagem sistematizada do fazer científico, possibilitando a

concretização do conhecimento por meio da experimentação, antes pautada apenas nas páginas do livro didático (Allocca e Fialho, 2021).

4.3.2 Análise termohigrométrica do município de Colíder por meio de estações meteorológicas automáticas com Arduino

Após a conclusão do protótipo da estação meteorológica automática para a apresentação na Mostra de Iniciação Científica no Pantanal, a equipe produziu várias estações meteorológicas com o objetivo de monitorar a pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar no município a partir da residência dos integrantes.

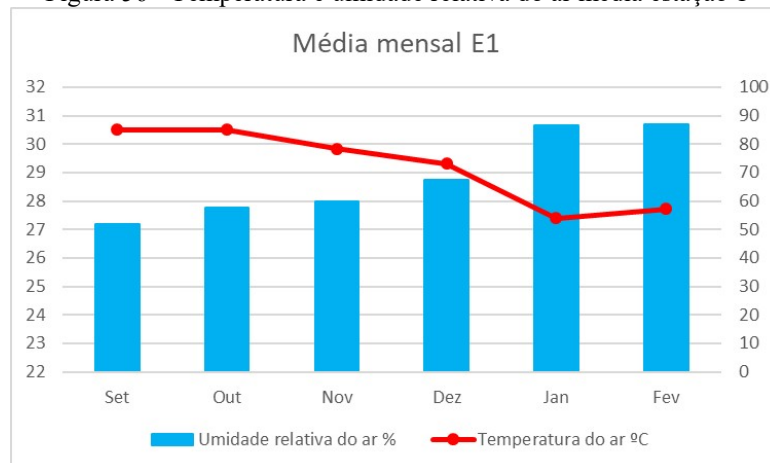
Embora os dados utilizados para essa pesquisa datam a partir de 01/09/2023, as estações meteorológicas foram instaladas antes desse período, conforme a finalização da construção de cada uma. A primeira estação a ser montada na área de pesquisa foi no bairro Sagrada Família. A segunda estação foi montada no pátio da escola, localizada no centro da cidade, tendo em vista que um dos alunos morava exatamente ao lado da escola e foi decidido que nesse caso a estação no pátio da escola serviria também como ambiente pedagógico para outros estudantes. A terceira estação foi montada na área rural distante 12 km da escola seguindo pelas estradas vicinais e 9 km considerando uma linha reta. A quarta estação foi instalada no bairro Jardim Vânia e a quinta estação foi posicionada no bairro Jardim América.

As estações micrometeorológicas registraram dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e pressão atmosférica. No entanto, os dados de pressão atmosférica apresentaram algumas distorções, ou seja, os valores revelaram discrepâncias ao longo do período e também quando comparados com dados das outras estações, podendo inferir que alguns dos sensores BMP 280, apresentavam defeito de fabricação. Dessa forma, foi decidido em consenso com os alunos que esses dados não seriam analisados, pois haviam fortes evidências que os sensores não estavam funcionando corretamente, ou não estariam bem calibrados, concentrando assim a pesquisa nas informações de temperatura e umidade relativa do ar.

A estação 1 (E1) foi instalada a uma altura de 2,40m do solo, no bairro Sagrada Família que é um bairro residencial, com ruas asfaltadas, com construções de casas em tijolos e concreto, com terrenos parcialmente com solos expostos, solos impermeabilizados e poucas árvores nos quintais. A E1 apresentou uma temperatura média de 29,2°C para o período de 6 meses. A maior temperatura média para o período foi registrada nos meses de setembro e outubro com 30,5°C, e a menor temperatura média mensal foi observada no mês de fevereiro com 27,4°C. A média semestral da umidade relativa do ar ficou em torno de 68,4%. O mês com

a maior média de umidade relativa do ar foi fevereiro com 87% e a menor média de umidade relativa foi 51,8% sendo registrado no mês de setembro (Figura 56).

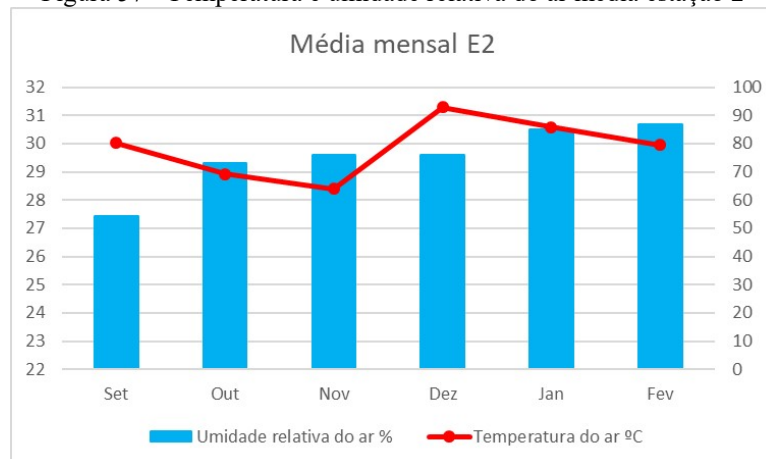
Figura 56 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 1



Fonte: autor

A estação 2 (E2) foi instalada a uma altura de 2,50m do solo, no pátio da escola no centro da cidade. É uma área intensamente urbanizada, composta por construções comerciais e residenciais, com grande parte do solo impermeabilizado, por asfalto, calçadas e apresenta poucas áreas verdes. Seu entorno apresenta grande circulação de veículos durante o dia. O fluxo é mais intenso durante o período de entrada e saída dos alunos na escola em seus três turnos diários. A E2 registrou média térmica de 29,9°C e umidade relativa do ar média de 75,2% no período de seis meses. A maior média mensal de temperatura do ar ocorreu no mês dezembro com 31,3°C e a menor média mensal foi observada no mês de novembro com 28,4°C (Figura 57). A umidade relativa do ar média teve seu maior registro no mês de fevereiro com 86,9%, e a menor média de umidade foi observada no mês de setembro 54,4%.

Figura 57 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 2

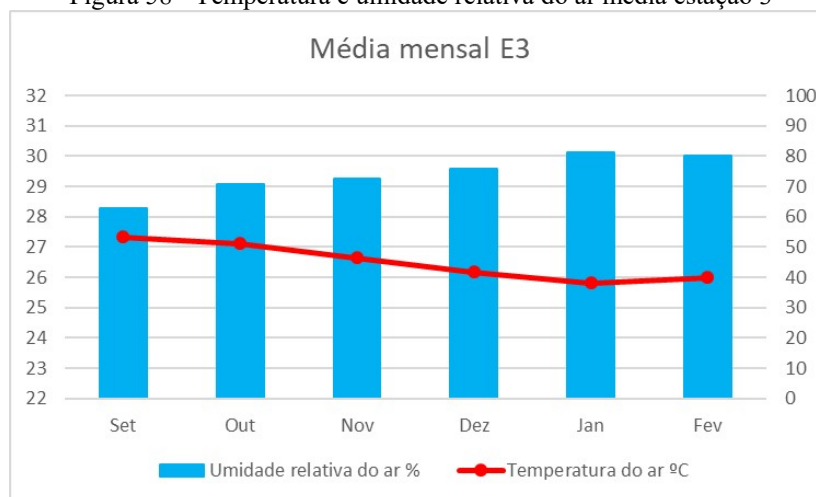


Fonte: autor

A estação 3 (E3) foi instalada na zona rural, localizada na comunidade São Mateus a cerca de 9 km em linha reta a noroeste da área urbana. O ponto onde se encontra a estação fica em cima de um curral de gado, com altura de 2,20 metros em uma área de pastagem com média de aproximadamente 25 centímetros de altura. Em suas imediações encontra-se algumas árvores frutíferas e ornamentais, além de dois pequenos lagos artificiais que margeiam um pequeno córrego.

A média térmica registrada na E3 para o período de seis meses foi de 26,5°C, e a umidade relativa do ar média foi de 73,9%. A maior média de temperatura mensal foi de 27,33°C no mês de setembro e a menor média mensal para o período foi no mês janeiro com 25,8°C. A umidade relativa do ar média foi maior no mês de janeiro com 81,2% e a menor média de umidade do ar foi registrada no mês de setembro com 62,9% (Figura 58).

Figura 58 - Temperatura e umidade relativa do ar média estação 3



Fonte: autor

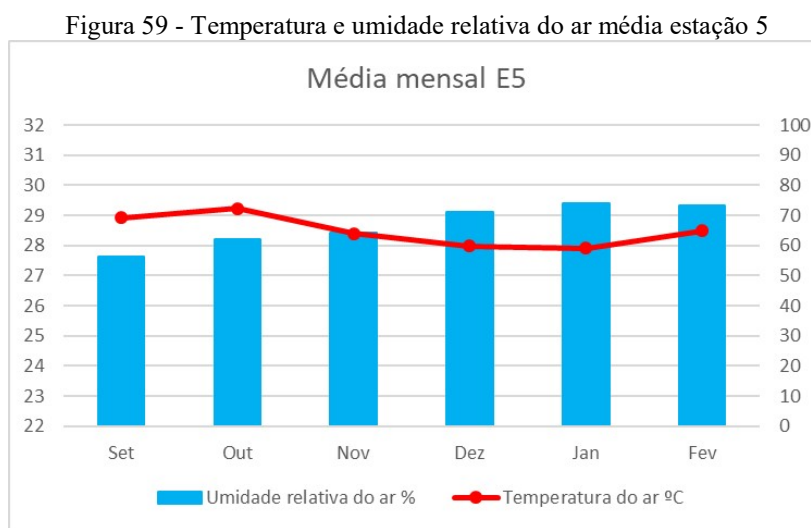
A estação 4 (E4) foi instalada a uma altura de 2,45m do solo, no bairro Jardim Vânia na região Sul da cidade. Embora essa estação tenha sido preparada e calibrada com os mesmos materiais e seguindo o mesmo protocolo das outras estações meteorológicas, ela apresentou um problema no sistema de armazenamento do *datalogger* e os dados não foram gravados.

Como o problema só foi diagnosticado depois de alguns meses de instalado a E4, os poucos dados registrados não foram suficientes para compor a análise dos resultados juntamente com as demais estações.

A estação 5 (E5) foi instalada a uma altura de 2,20m do solo, no bairro Jardim América, setor Leste da cidade. É um bairro residencial, com construções em sua maioria de apenas um pavimento, com terrenos majoritariamente com solo exposto. As ruas são asfaltadas, porém há

pouca circulação de veículos em frente onde se encontra a E5. Aproximadamente 100 metros encontra-se uma área de preservação permanente (APP) do rio Jaracatiá e um pouco mais abaixo um lago artificial no leito do mesmo canal. As margens do lago são compostas por grama de jardim em meio a algumas árvores.

A média térmica semestral para a E5 foi de 28,5°C, enquanto a média de umidade relativa do ar para o período foi de 66,8%. A maior temperatura média mensal para o período ocorreu no mês de setembro com 28,9°C e a menor média térmica mensal foi registrada no mês de janeiro com 27,9°C. Com relação a umidade relativa do ar, a maior média foi de 74,1% no mês de janeiro e a menor média de umidade relativa foi de 56,3% sendo registrada no mês de setembro (Figura 59).



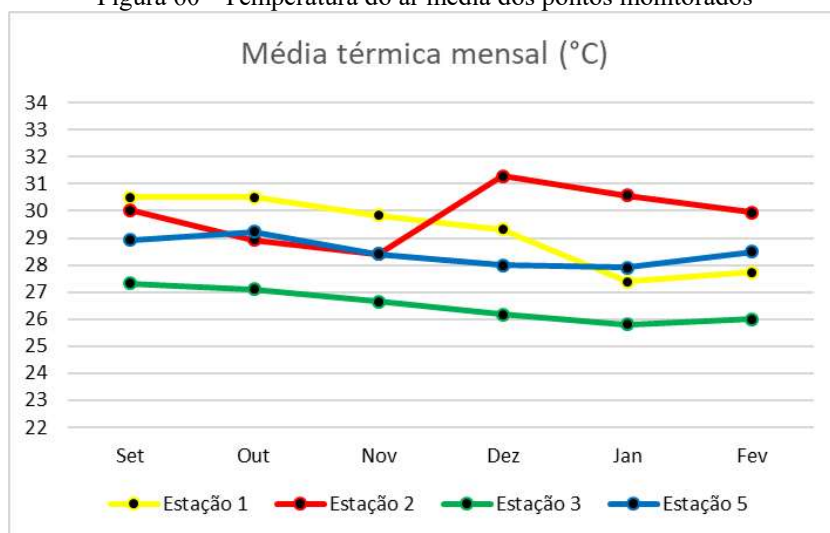
Fonte: autor

Analisando os dados de todas as estações, é possível observar que as E1, E3 e E5, embora tendo registrado temperaturas bem distintas, elas seguiram um padrão, ou seja, em setembro registraram temperaturas mais elevadas e foram reduzindo suas médias térmicas mensalmente até o mês de janeiro e depois estabilizando em fevereiro (Figura 60). Enquanto a E2 iniciou o período seguindo o padrão com temperaturas elevadas e subindo drasticamente para 31,3°C de média térmica mensal em dezembro. Mesmo tendo reduzido a temperatura, E2 ainda finalizou o período com temperaturas bem acima das demais estações, não sendo possível afirmar as causas do comportamento diferenciado em relação aos outros equipamentos monitorados.

Em relação a umidade relativa do ar, de forma geral, as quatro estações mantiveram um padrão, registrando umidade do ar entre 50% a 60% de média mensal, e se elevando gradativamente até o mês de fevereiro com médias entre 75% a 85% (Figura 61). Como era

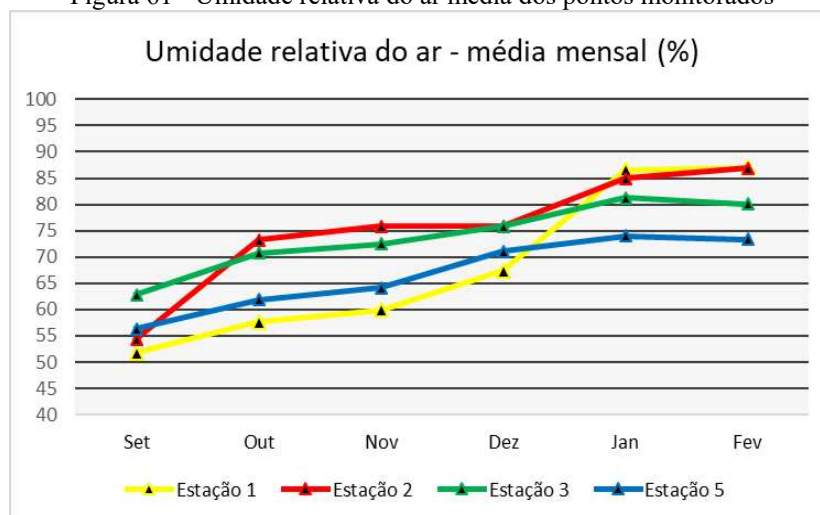
esperado, a umidade do ar se manteve baixa nos meses mais quentes e secos, e permaneceu elevada nos meses mais chuvosos e menos quentes. Embora nos meses mais secos, como setembro e outubro, a umidade relativa do ar se manteve próximos a 60%, é necessário considerar que são valores médios, importando enfatizar que a média de umidade do ar durante o período vespertino era em torno de 35%, e nos horários mais críticos foram registrados vários momentos com umidade abaixo de 20% próximo das 14 horas.

Figura 60 - Temperatura do ar média dos pontos monitorados



Fonte: o autor.

Figura 61 - Umidade relativa do ar média dos pontos monitorados



Fonte: o autor.

Analisando a eficácia da estação meteorológica produzida pelos alunos, ela se mostrou eficiente. Entre as principais vantagens na produção e o uso desse tipo de estação está o baixo valor financeiro e o acesso aos equipamentos (sensores e microcontroladores) que são de código aberto podendo ser programados de diversas formas, sem se preocupar com patentes. Zavitoski

(2023), em sua pesquisa de doutoramento, usou sensores e *data loggers* de baixo custo para monitorar elementos climáticos e constatou que eles deram uma boa resposta para o monitoramento de clima urbano.

Abdala, Musis e Sales (2020) e Lima (2021), ao utilizarem estações micrometeorológicas automáticas de baixo custo, concluíram que os resultados foram satisfatórios e confiáveis, além do que, em sua produção tiveram um custo 80% menor do que muitas estações comercializadas no mercado de instrumentos meteorológicos, corroborando com a justificativa desse trabalho em utilizar equipamentos de baixo custo. A utilização em série dessas estações, quando instaladas em pontos estratégicos em áreas urbanas, vai servir para um melhor planejamento de conforto térmico na cidade e contribuir para prevenção de desastres naturais em épocas de chuvas intensas em áreas de risco (Bernardes *et al.*, 2023).

As estações instaladas forneceram dados que podem ajudar a entender o microclima urbano da cidade e uma parte da área rural do município. Considerando que elas irão continuar funcionando após o término desse trabalho, os dados dessas estações micrometeorológicas poderão ser úteis para diversos pesquisadores na área de climatologia e planejamento urbano, contribuindo para mitigar futuros problemas de conforto térmico na cidade.

A produção das estações micrometeorológicas pelos alunos evidenciou a capacidade de trabalhar em equipe, a destreza para a produção de instrumentos automatizados e com programação em softwares livres e o potencial de produção de conhecimento científico. Pode-se inferir que o resultado satisfatório se dá em grande parte pelo fato dos estudantes pesquisarem conteúdos de climatologia que fazem parte do cotidiano e também constam no currículo escolar. Para Silva e Cardoso (2019), o aluno que compreende que o ensino de climatologia não é abstrato e desconectado de sua vida, que identifica que o tempo e clima podem interferir no seu planejamento diário e alterar suas decisões para tarefas simples ou complexas, passa a considerar o tema relevante o que torna a aprendizagem mais significativa.

4.4 FAZENDO CIÊNCIA: REVELANDO PESQUISADORES

4.4.1 Estação Meteorológica Pedagógica: monitorando o clima na escola

Esse foi o último momento a ser concretizado. No entanto foi o primeiro a ser iniciado com as atividades práticas pelos alunos, sendo desenvolvido paralelamente durante todo o período da pesquisa. Trata-se do monitoramento diário da temperatura do ar e da pluviosidade na Estação Meteorológica Pedagógica instalada no pátio da escola.

De acordo com a análise da pergunta 10 do questionário utilizado nesse trabalho, os alunos não conheciam uma estação meteorológica e não sabiam de sua rotina de funcionamento. Em vista disso, a segunda aula do projeto discorreu com a apresentação dos conceitos básicos, objetivos de uma estação meteorológica convencional e a rotina de seu funcionamento. Para que os alunos pudessem conhecer e compreender melhor sobre o assunto, imagens de alguns instrumentos que compõem uma estação meteorológica convencional foram exibidas em slides projetados em um telão na sala de aula.

A medida que a apresentação ocorria, sempre havia questionamentos sobre os aparelhos e a forma de sua utilização e durante as respostas, automaticamente era estabelecida uma relação entre a pergunta do questionário e as respostas dadas. Nesse momento um leque de informações foi apresentado e promoveu em sala de aula um rico debate sobre como observar o tempo meteorológico e suas aplicações básicas.

Foi levado para a sala de aula um termohigrômetro digital, que registra a temperatura e a umidade relativa do ar e um pluviômetro de acrílico do tipo cunha. Foi explicado como deve ser monitorado o comportamento da temperatura diária e mensal em uma estação e também como era coletada a chuva, bem como a unidade de medida que é usado nos dados de pluviosidade.

Após a apresentação dos instrumentos de uma estação meteorológica convencional, foi apresentado também um modelo de estação meteorológica automática, explicando que esse tipo de estação dispensa a necessidade de um observador constante para registrar as variáveis climáticas. Essa informação parece ter causado um tipo de decepção aos alunos, pois foi informado que o modelo de estação automática é o que tende a ser predominante no futuro, o que descarta a possibilidade da instalação de uma estação convencional no município que eles residem.

O site do INMET foi acessado para apresentar aos alunos a quantidade e a localização das estações meteorológicas convencionais e automáticas em operação pelo país. Na oportunidade foi possível além da distribuição espacial das estações, ver dados registrados por algumas estações automáticas instaladas em municípios próximos, podendo estabelecer uma relação rápida entre as informações mostrada no site e a percepção que se tem dos elementos climáticos hora observados em seu município.

O professor pesquisador já havia preparado previamente um abrigo meteorológico com cerca de delimitação em uma área com grama de jardim no pátio da escola. Esse abrigo foi utilizado para acomodar o termohigrômetro digital e pluviômetro que foi apresentado aos alunos em sala de aula. Os alunos foram direcionados para a área que estava o abrigo

meteorológico e esse local foi denominado de Estação Meteorológica Pedagógica, pois também servia como recurso didático em aulas com turmas regulares durante o ano. Nessa estação, o professor instalou o pluviômetro na parede externa do abrigo meteorológico, e demonstrou aos alunos como é o procedimento de leitura e registro dos dados da chuva.

Na parte interna do abrigo meteorológico foi colocado o termohigrômetro, que tinha a capacidade de registrar a temperatura interna no abrigo e a temperatura externa, por meio de um cabo de 150 cm de extensão com um sensor na ponta, que foi deixado para o lado de fora do abrigo. O termohigrômetro também tinha capacidade de registrar a temperatura máxima e a temperatura mínima de um determinado período até se resetar o aparelho.

Após a orientação sobre a correta leitura dos dados nos equipamentos, foi proposto aos alunos o monitoramento da temperatura e da pluviosidade na Estação Meteorológica Pedagógica em diferentes horários preestabelecidos para que fossem obtidos dados próprios das condições atmosférica local.

Uma planilha foi produzida e impressa para registros diários. As visitas na estação pelos observadores foram divididas em quatro horários que deveriam coincidir com os horários de entrada dos estudantes na escola para facilitar o monitoramento. Dessa forma nenhum aluno precisaria se ausentar das salas de aula para fazer as devidas anotações na planilha. Já pensando na questão de não chegar atrasado na aula constantemente, poderia haver um intervalo de até 10 minutos antes do horário determinado para o registro.

O primeiro horário ficou estabelecido que seria as 7 horas, o segundo as 13 horas e o terceiro horário as 19 horas. O último horário ficou definido que seria as 23 horas, e esse registro foi feito pelo professor, pois era o horário que a escola estava encerrando as atividades diárias e ficaria inviável para os alunos comparecer na estação. Em algumas situações, quando o professor não pode comparecer nesse último horário, a leitura e registro era feito por um outro profissional da escola como o vigia noturno por exemplo. Importante ressaltar que os registros eram feitos durante todos os dias da semana, inclusive sábados, domingos e feriados, por meio de uma escala que foi feita com todos os alunos participantes. O início dos registros diários na estação pelos alunos ocorreu no dia 21 de junho de 2022.

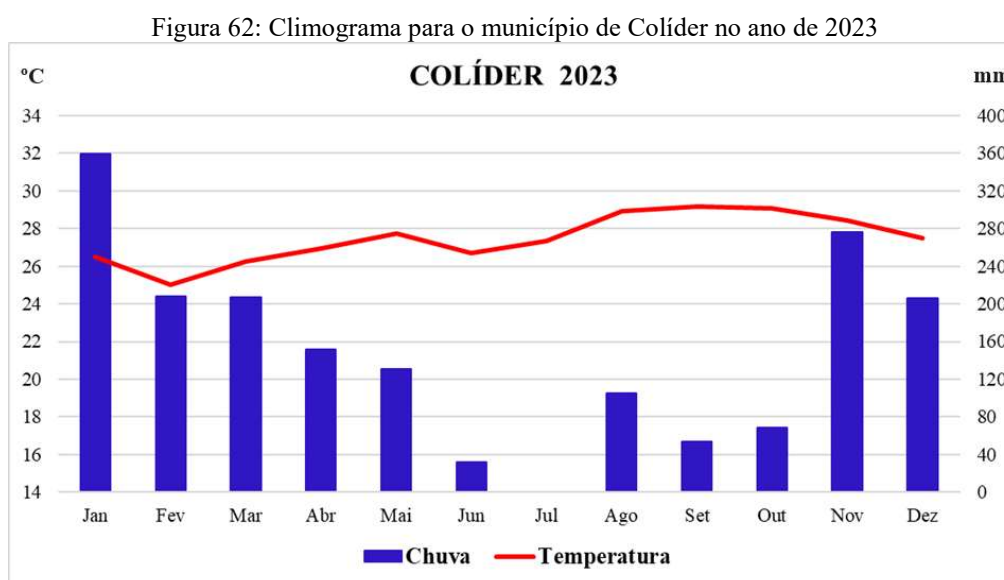
Durante o desenvolvimento do projeto de iniciação científica, que teve duração de um ano e meio, as atividades de monitoramento e observações diárias na Estação Meteorológica Pedagógica ocorreram simultaneamente com outras tarefas descritas anteriormente. Entretanto, ao longo do tempo, os alunos começaram a focar mais em atividades específicas. Embora todos continuassem fazendo os registros diários, alguns decidiram se dedicar exclusivamente a uma das atividades, a qual envolvia a escrita científica. Dessa forma, apesar de todos os alunos terem

mantido sua rotina semanal de monitoramento, a responsabilidade pela análise dos dados de temperatura do ar e pluviosidade ao longo de um ano foi assumida por um grupo de seis alunos.

Após a análise do comportamento das variáveis climáticas citadas, a equipe tinha como objetivo a produção de um artigo científico e publicação em revista. A fundamentação teórica para o embasamento científico do trabalho provou ser a tarefa mais árdua. Foi o momento que demandou vários encontros com o professor pesquisador, para orientação, indicação de artigos para leitura e correção da escrita.

4.4.2 Análise e discussão dos dados climáticos na escola

As variáveis climáticas do município de Colíder, observadas especificamente no pátio da escola localizada no centro da cidade, apresentaram temperaturas médias mensais, oscilando entre 25°C em fevereiro com o mês mais ameno e o mês mais quente com 29,2°C em setembro. A média térmica anual ficou em torno de 27,5°C para o ano de 2023 (Figura 62), resultado um pouco acima do que os descritos por Monteiro, Carvalho e Garlet (2018), Padilha (2020) e Araújo *et al.* (2022) que analisaram dados históricos observados em municípios próximos. Entretanto, vale destacar que o ano de 2023 se mostrou atípico em relação as temperaturas altas, registrando o inverno com os meses mais quentes desde 1961 no Brasil (INMET, 2023).



Fonte: o autor.

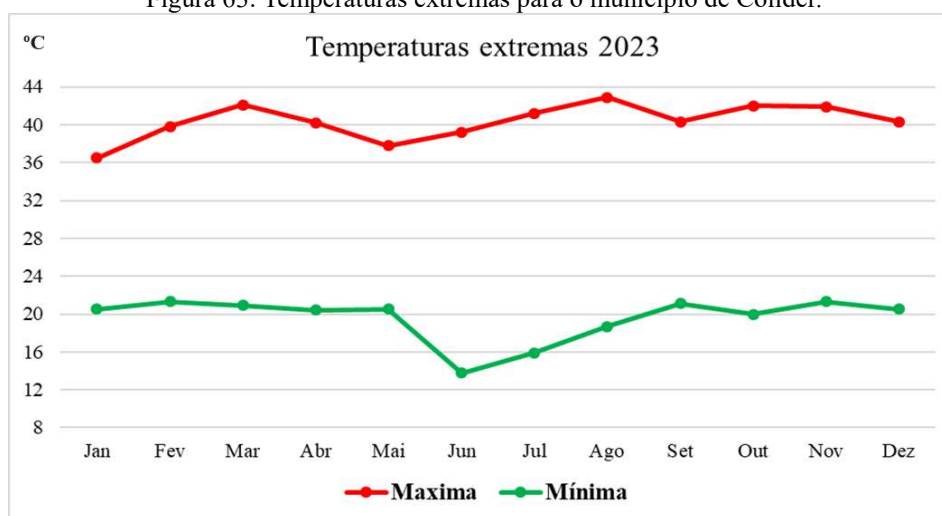
A pluviosidade durante o ano foi de 1.799 mm e pode ser considerada baixa para a região, tendo como base os dados históricos observados pelos autores citados no parágrafo anterior. O período mais chuiu foi o mês de janeiro com 359 mm (Figura 58). O mês mais seco

foi julho, em que não foram registrados dias com chuva. Os demais meses do ano apresentaram chuvas com um índice menor do que o esperado pelos moradores antigos na região.

Quando analisado os 365 dias do ano de 2023, observou-se temperaturas extremas de máximas e mínimas, que fogem do padrão para o município e região. A menor temperatura mínima foi de 13,8°C no dia 15 de junho, seguida de 15,9°C no dia 2 de julho (Figura 63). Embora essas temperaturas tenham sido registradas no período considerado como inverno, tais friagens raramente são registradas nessas localidades. Esse fenômeno de baixas temperaturas foram provocadas pela ação da massa de ar Polar atlântica (mPa) que atravessa boa parte do país, provocando queda nas temperaturas por alguns dias.

As maiores temperaturas máximas registradas no período foram 42,9°C no dia 22 de agosto, dentro do período de inverno mais quente já ocorrido no Brasil, e 42,1°C registrada no dia 16 de março, já nos últimos dias de verão (Figura 63). Embora historicamente a região tenha registrado temperaturas elevadas durante o ano inteiro, não é comum as temperaturas ultrapassarem os 42°C.

Figura 63: Temperaturas extremas para o município de Colider.

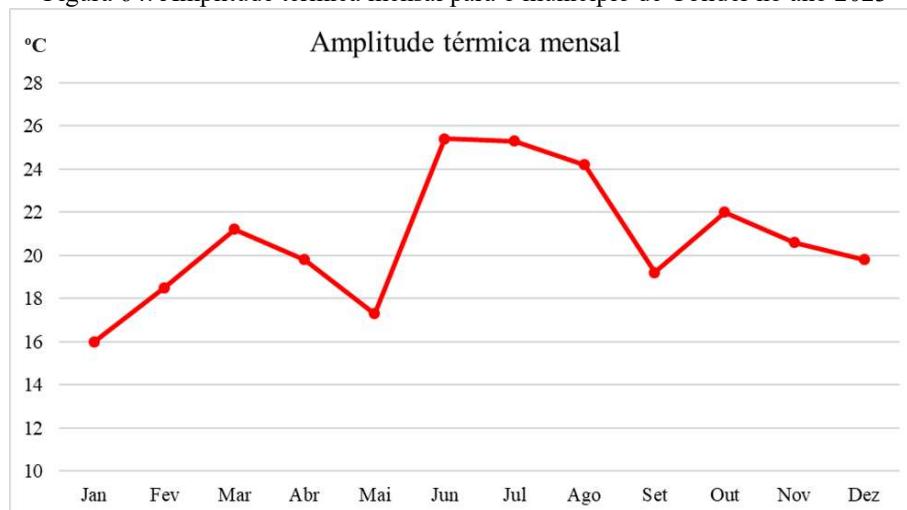


Fonte: o autor.

Tratando ainda das temperaturas extremas, a maior amplitude térmica diária, ou seja, a diferença entre a maior e a menor temperatura de um determinado período, foi observada no dia 9 de agosto com 22,7°C de diferença entre o período da tarde e a madrugada. Já a menor amplitude térmica foi registrada no dia 20 de fevereiro com 3,7°C de diferença entre a hora mais quente e a mais fria. Esse foi um dia com céu encoberto por nuvens e chuva fraca duradoura. Em relação a amplitude térmica mensal, o destaque ficou por conta do mês de junho

com 25,4°C, e a menor amplitude térmica mensal foi observada no mês de janeiro com 16°C (Figura 64).

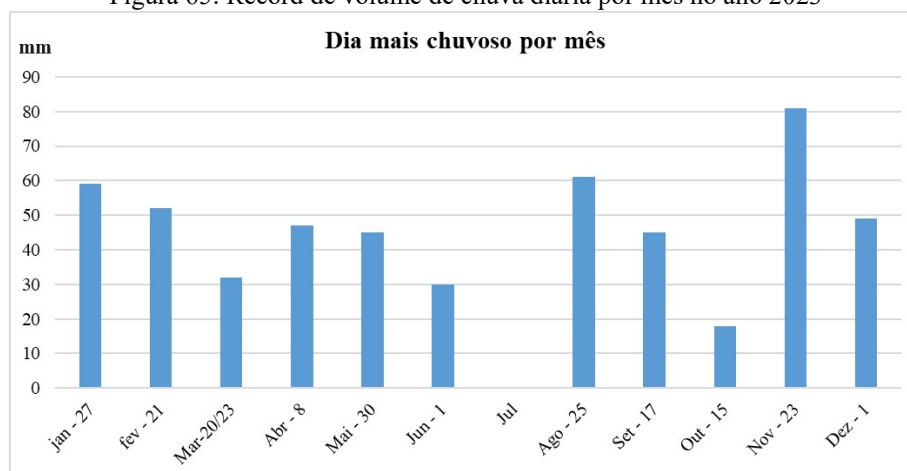
Figura 64: Amplitude térmica mensal para o município de Colider no ano 2023



Fonte: o autor.

A pluviosidade foi bem distribuída durante o ano e com excessão do mês de julho, em todos os meses houve chuva com maior ou menor intensidade. Janeiro foi o mês que apresentou o maior número de dias chuvosos totalizando 20. A chuva com o maior volume de água foi registrada no dia 23 de novembro com 81 mm seguido pelo dia 25 de agosto com 61 mm (Figura 65).

Figura 65: Record de volume de chuva diária por mês no ano 2023



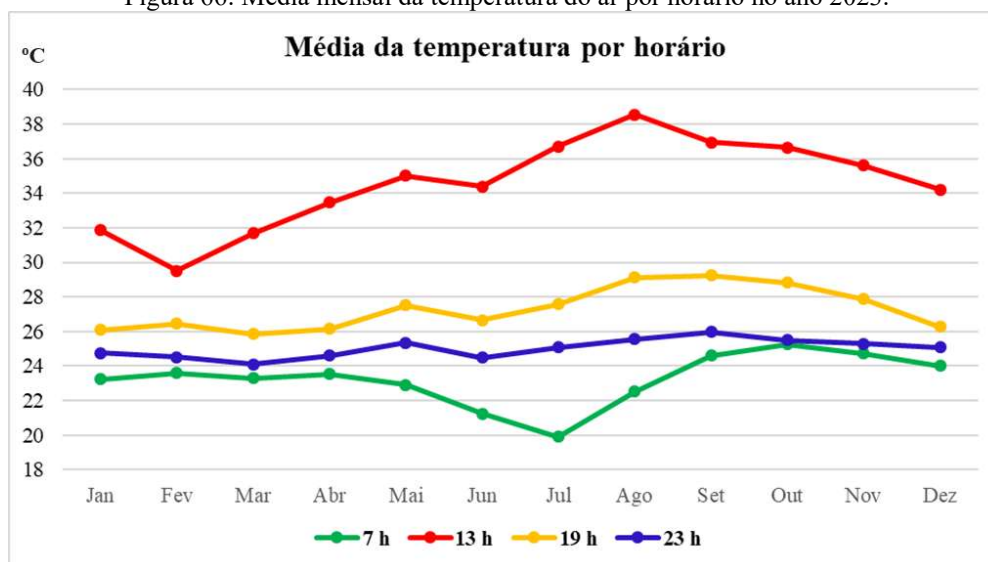
Fonte: autor

Como os equipamentos na estação eram monitorados com quatro registros diariamente, foi possível observar o comportamento da temperatura ao longo do ano nos períodos diurnos e noturnos. Como já era de se esperar as maiores temperaturas do dia foram registradas no horário das 13 horas. No início do ano as temperaturas desse horário registraram médias de 32°C e

posteriormente foi aumentando até seu pico em agosto com média de 38,5°C tendo reduzido até finalizar dezembro com 34°C (Figura 66).

A segunda hora com temperatura mais quente do dia foi registrada no início da noite (19h), com média de 26°C, elevando-se para 27,2°C em setembro e estabilizando em 26°C novamente em dezembro (Figura 66). A temperatura média das 23 horas se manteve estável em torno de 25°C, com pouca variação durante o ano. Enquanto que a menor temperatura média do dia era registrada sempre no período das 7 horas, com raras exceções em dias chuvosos. Nesse horário a temperatura oscilava entre 23°C e 25°C, exceto nos meses de junho e julho que registrou-se temperaturas mais baixas.

Figura 66: Média mensal da temperatura do ar por horário no ano 2023.



Fonte. Autoria própria (2024).

4.4.3 Características climáticas de Colíder

Embora não seja possível caracterizar o clima de um determinado local com análises de apenas um ano, foi possível observar que as características climáticas do período para a região são de um clima quente e úmido, com temperaturas médias em torno de 27,5°C, sendo os meses mais quente entre agosto a novembro, com temperaturas máximas superiores a 40°C e mínimas ocasionalmente menores que 16°C.

As chuvas são abundantes em torno de 1800 mm, com o mês mais chuvoso em janeiro registrando 359 mm. O período mais seco ocorre nos meses de inverno quando as chuvas diminuem drasticamente, chegando a zero no mês de julho.

Os equipamentos de baixo custo utilizados, embora não tenham uma certificação pelos órgãos tradicionalmente reconhecidos em pesquisa de climatologia, mostraram-se eficientes

para o monitoramento das variáveis climáticas como chuva e temperatura do ar. Esses materiais podem ser utilizados por diversos segmentos da sociedade para conhecer as características climáticas em locais que não há estações meteorológicas oficiais do INMET.

Os resultados descritos nesse monitoramento na escola foram publicados em formato de artigo na Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica (Apêndice “G”). A escolha da revista foi feita considerando o objetivo do trabalho e a relação do escopo do periódico. O manuscrito foi o resultado da análise dos alunos, com as contribuições e revisões do professor pesquisador.

4.5 ANÁLISE DO GANHO DE APRENDIZAGEM ACERCA DE CONCEITOS BASILARES PARA A COMPREENSÃO DO CLIMA E DA METEOROLOGIA

O projeto de iniciação científica começou com 28 alunos voluntários cheios de entusiasmo e expectativas para se tornar um jovem cientista. Durante vários meses, o grupo permaneceu forte, unido e com auto índice de frequência. No entanto na virada do primeiro ano para o segundo alguns alunos deixaram de participar. Entre os motivos que levaram a redução do grupo de alunos estão: mudança de escola e/ou cidade, evasão escolar e falta de compatibilidade de horário com compromissos assumidos posteriormente ao início do projeto.

Outras perdas ocorreram, no momento que iniciaram a parte de leituras e interpretação de artigos para a compreensão da linguagem técnica científica e posterior escrita de resumos e artigos. Textos científicos frequentemente usam uma linguagem técnica e termos específicos da área, o que pode ser difícil para quem não está familiarizado. A escrita científica geralmente envolve uma extensa pesquisa prévia, leitura de muitos artigos, e integração de diversas fontes de informação. Esses desafios fazem parte do processo científico, todavia, nem todos os alunos estão preparados e predispostos para essa aventura.

Oficialmente o projeto de iniciação científica durou 18 meses entre junho de 2022 e dezembro de 2023 e encerrou suas atividades com um total de 10 alunos. No entanto encontros com um grupo de quatro alunos continuaram ocorrendo até o mês de março de 2024, para a estruturação e submissão do artigo em revista científica.

Embora a aprendizagem significativa seja um processo que demanda tempo e recursividade, por isso, pode ser demorado, algumas evidências do avanço na compreensão dos conceitos de climatologia e meteorologia estão presentes nas diversas produções acadêmicas e

no desenvolvimento das técnicas de pesquisa descritas ao longo deste trabalho, as quais serão destacadas a seguir

- Produção de instrumentos meteorológicos para monitoramento do clima e material didático para o ensino de climatologia.
- Produção de estações meteorológicas automáticas para monitoramento de diversos pontos da cidade.
- Compreensão das técnicas de monitoramento e diagnóstico de ilhas de calor por transectos móveis.
- Participação na Mostra de Iniciação Científica no Pantanal.
- Produção de resumo científico e publicação nos anais do evento.
- Produção de banner para apresentação de trabalho científico.
- Produção e publicação de artigo na Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica.
- Análise dos questionários da participação na Mostra de Iniciação Científica no Pantanal.
- Análise dos questionários de saída e comparação com o inicial.
- Roda de conversa acerca dos conceitos basilares sobre climatologia.

A comparação dos questionários inicial e de saída acerca dos prováveis subsunções relacionados ao tema da pesquisa está descrita no quadro 6. Embora 10 alunos tenham concluído as atividades do projeto, apenas oito puderam comparecer na escola no dia de responder ao questionário de saída. Posto isso, o quadro de comparação foi observado apenas entre os alunos que compareceram na aula nesse dia. As análises desse quadro e as informações obtidas na roda de conversa com os alunos, sobre os conceitos de climatologia estão descritas a seguir.

Quadro 6 – Nível de compreensão dos alunos acerca de conceitos basilares sobre o clima e a meteorologia

Perguntas	Questionário inicial / aluno		Questionário saída / aluno	
(1) O que é e para que serve uma estação meteorológica? Qual a sua importância?	Alto nível	1	Alto nível	8
	Médio nível	5	Médio nível	-
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	-	Não respondeu	-
(2) Clima e tempo referem-se a mesma coisa? Justifique sua resposta.	Alto nível	2	Alto nível	7
	Médio nível	3	Médio nível	1
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	1	Não respondeu	-
(3) Para entender o que ocorre com o clima, os fatores e/ou elementos são	Alto nível	-	Alto nível	7
	Médio nível	1	Médio nível	1

importantes. Quais os fatores ou elementos determinantes para compreender o clima de uma região?	Não compreendia	1	Não compreendia	-
	Não respondeu	6	Não respondeu	-
(4) O que é pressão atmosférica?	Alto nível	2	Alto nível	8
	Médio nível	3	Médio nível	-
	Não compreendia	1	Não compreendia	-
	Não respondeu	2	Não respondeu	-
(5) A chuva é um dos fenômenos meteorológicos mais importantes para os seres vivos. Você consegue descrever o seu processo de formação?	Alto nível	5	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	1	Não compreendia	-
	Não respondeu	2	Não respondeu	-
(6) Será que existe alguma relação entre o regime de chuvas e a vegetação? Como seria?	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	7	Não compreendia	-
	Não respondeu	1	Não respondeu	-
(7) Quais são os principais tipos de chuva de acordo com sua origem?	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	8	Não compreendia	-
	Não respondeu	-	Não respondeu	-
(8) Você sabe o que é, ou para que serve um climograma?	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	2	Médio nível	-
	Não compreendia	6	Não compreendia	-
	Não respondeu	-	Não respondeu	-
(9) Você sabe o que é um artigo científico? Já leu algum?	Alto nível	1	Alto nível	8
	Médio nível	2	Médio nível	-
	Não compreendia	5	Não compreendia	-
	Não respondeu	-	Não respondeu	-
(10a) Conhecimento sobre o termômetro	Alto nível	6	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	-	Não respondeu	-
(10b) Conhecimento sobre o pluviômetro	Alto nível	1	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	5	Não respondeu	-
(10c) Conhecimento sobre o barômetro	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	7	Não respondeu	-
(10d) Conhecimento sobre o Psicrômetro	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	7	Não respondeu	-
(10e) Conhecimento sobre o anemômetro	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	2	Não compreendia	-
	Não respondeu	7	Não respondeu	-
(10f) Conhecimento sobre a biruta	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-
	Não compreendia	4	Não compreendia	-
	Não respondeu	4	Não respondeu	-
(10g) Conhecimento sobre tanque de evaporação ou evaporímetro	Alto nível	-	Alto nível	8
	Médio nível	-	Médio nível	-

	Não compreendia	4	Não compreendia	-
	Não respondeu	4	Não respondeu	-
(11) O que você sabe sobre mudanças climáticas globais? Causas e consequências? Elas podem afetar o clima local?	Alto nível	1	Alto nível	6
	Médio nível	1	Médio nível	2
	Não compreendia	3	Não compreendia	-
	Não respondeu	3	Não respondeu	-

Fonte: o autor.

Para a pergunta número 1, que abordava o conceito de estação meteorológica e sua importância, apenas um aluno apresentou um alto nível de compreensão no questionário inicial, enquanto no questionário de saída todos conseguiram demonstrar um alto nível de compreensão sobre esse conceito.

As respostas para a pergunta número 2 evidenciaram que, no primeiro questionário, dois alunos tinham um alto nível de compreensão sobre os conceitos de tempo e clima, enquanto os demais apresentaram um nível médio ou não compreendiam. Ênfase foi dada à aluna Priscila, que, durante a resposta do questionário diagnóstico, demonstrou ter uma compreensão parcial desses conceitos: *“Clima é a temperatura, se um dia está frio ou calor. Tempo refere-se à hora ou se vai acontecer alguma causa natural”*. Já no questionário de saída, ela escreveu: *“Tempo é o estado momentâneo da atmosfera e clima é o conjunto da variação do tempo, por um longo período. Exemplo: o tempo pode mudar a qualquer momento. O clima pode ser polar, temperado, etc., por um longo período”*. Sua resposta demonstrou que a aluna já possuía um nível alto de compreensão. Durante a roda de conversa, ela conseguiu explicar novamente, dando vários exemplos desses conceitos, evidenciando um ganho de aprendizagem significativa.

Sobre os fatores e elementos climáticos (pergunta 3), sete entre os oito alunos não tinham compreensão sobre esses conceitos inicialmente. No questionário de saída, os números inverteram, e sete alunos atingiram um alto nível de entendimento sobre o assunto. O aluno Marcos, que no primeiro questionário deixou a questão em branco, escreveu da seguinte forma: *“Elementos são as chuvas, umidade do ar, pressão atmosférica e temperatura. Fatores são aqueles que influenciam os climas, por exemplo: altitude, latitude, relevo, continentalidade, entre outros”*. Marcos espontaneamente respondeu essa pergunta na roda de conversa, na ocasião, foi um pouco mais tímido com as palavras, mas ainda assim demonstrou um alto nível de compreensão sobre os conceitos abordados.

O conceito de pressão atmosférica, no primeiro questionário, teve uma compreensão relativamente boa, de nível médio a alto. No entanto, ainda houve dois alunos que deixaram a pergunta em branco. No questionário de saída, o conceito já não era mais estranho, pois todos

apresentaram um nível alto de compreensão. Isabel foi uma das alunas que deixou a questão em branco no questionário inicial, e no questionário de saída conseguiu demonstrar um conhecimento satisfatório: *“É o peso que o ar faz sobre uma coluna de ar na atmosfera em cima da Terra”*. Isabel foi a aluna que se dispôs a responder essa pergunta na roda de conversa e demonstrou um ganho de aprendizagem, quando explicou espontaneamente o conceito de pressão atmosférica. Os alunos Marcos e Priscila também contribuíram para explicar a variação da pressão atmosférica em diferentes condições de temperatura.

O processo de formação das chuvas já era bem compreendido entre os que responderam o primeiro questionário, no entanto, ainda houve dois alunos que preferiram deixar a questão em branco. Lucas, que já tinha um alto nível de compreensão desse conceito no primeiro questionário, respondeu na roda de conversa: *“Bom, primeiramente ocorre a evaporação das águas, e essa água sobe até a atmosfera em forma de vapor, onde passa um tempo e ela se condensa, podendo virar chuva, gelo ou granizo”*. Devido ao nervosismo por gravarmos a conversa em vídeo, Lucas disse *“gelo ou granizo”*, quando na verdade queria dizer *“neve ou granizo”*.

O objetivo da pergunta 6 era diagnosticar a compreensão deles sobre a relação entre o regime de chuvas e a vegetação. Essa foi a pergunta em que todos os alunos que finalizaram o projeto não tinham compreensão sobre a vegetação como fator climático no questionário inicial, como mostra as respostas de: Madalena *“A vegetação não existiria sem a água (chuva)”* e Mateus *“Sim, se chover demais as plantas morreriam afogadas e se chovesse de menos elas morreriam de sede”*. Durante as aulas teóricas, o conceito foi bem compreendido no processo, e todos os alunos demonstraram ganhos de aprendizagem com um nível alto de compreensão. Esse nível de aprendizagem pode ser observado na resposta de Madalena em seu questionário de saída *“A vegetação é um grande formador de chuvas pelo seu processo de evapotranspiração, liberando água para a formação de grande parte das chuvas”*.

Sobre os tipos de chuva, de acordo com sua origem, nenhum dos oito alunos tinha o conhecimento desse conceito no questionário inicial. Todos, em suas respostas, informaram as formas de precipitação em relação aos estados físicos da água ou relacionadas à sua pureza. João por exemplo em seu questionário inicial respondeu: *“chuva poluída, chuva seca, chuva molhada, chuva de granizo”*, enquanto no questionário de saída escreveu: *“chuva de frente, chuva convectiva e chuva de relevo”*. No questionário de saída, todos os alunos conseguiram responder corretamente, demonstrando alto nível de compreensão. Posteriormente, alguns alunos contribuíram na roda de conversa, explicando o processo de formação das chuvas: Priscila *“Ela pode ser uma chuva orográfica que é quando a massa de ar, ela é impedida pela*

montanha e por isso ela é obrigada a se levar e ela se encontra com uma outra massa de ar que juntas formam chuva”.

Sobre o conceito de climograma, inicialmente, nenhum aluno possuía um alto nível de compreensão, e apenas dois apresentavam nível médio. No entanto, ao longo do projeto, as atividades práticas desempenharam um papel crucial na aprendizagem dos alunos. Além de analisar climogramas existentes, eles tiveram a oportunidade de construir seus próprios climogramas, utilizando dados reais das estações do projeto, tanto manualmente quanto em planilhas eletrônicas no computador. Essas experiências práticas foram facilitadoras de uma aprendizagem significativa, pois permitiram que os alunos, além de compreender os conceitos, coletassem e manipulassem seus próprios dados climáticos. Essa abordagem ativa e contextualizada tornou o aprendizado mais concreto e relevante para os alunos. Como resultado, todos demonstraram um alto nível de compreensão sobre o conceito de climograma. As alunas Madalena e Priscila, por exemplo, explicaram em detalhes os objetivos do climograma durante a roda de conversa, evidenciando a eficácia das atividades práticas no fortalecimento da aprendizagem e na construção de conhecimentos significativos.

Sobre o artigo científico (pergunta 9), apenas um aluno demonstrou conhecer e ter lido um artigo científico antes de entrar no projeto. Os demais tiveram o primeiro contato com esse tipo de leitura depois que começaram a participar da iniciação científica. No questionário de saída, todos os alunos demonstraram alto nível de compreensão sobre um artigo científico e seus objetivos. O aluno Lucas, na roda de conversa, descreveu detalhadamente o que é um artigo e seus objetivos: *“O artigo científico é um trabalho no qual se apresentam os resultados, os métodos e os objetivos que uma determinada pesquisa tinha. E esse trabalho é normalmente postado em sites e em revistas especializadas, como sites científicos e tal”*. As alunas Maria e Priscila contribuíram relatando os requisitos que todo artigo científico deve apresentar.

Com relação aos equipamentos que compõem uma estação meteorológica convencional, o termômetro foi o único instrumento que todos responderam conhecer e saber para que ele era usado. No entanto, dois alunos responderam que o termômetro era utilizado para medir a temperatura do corpo, evidenciando que não tinham uma boa compreensão de seu uso em uma estação meteorológica. Ainda assim, a maioria dos alunos revelou ter boa compreensão sobre o instrumento para monitoramento do clima.

Para os outros instrumentos, os alunos, de forma geral, revelaram que nunca haviam visto ou estudado sobre o assunto, e por isso, a maioria dos espaços destinados às respostas ficaram em branco. Com a participação no projeto de iniciação científica, eles, além de conhecer e ter um nível de compreensão elevado sobre o assunto, tiveram a oportunidade de

construir ou manipular alguns desses equipamentos. A aprendizagem dos conceitos relacionados aos instrumentos meteorológicos de uma estação convencional foi tão significativa que, durante a roda de conversa, todos os alunos relataram em seus depoimentos a função de cada aparelho.

O professor perguntou se havia psicrômetro em uma estação meteorológica? Isabel respondeu *“Sim, ele mede a umidade do ar”*. Professor pergunta, tem pluviômetro? Madalena *“Tem, ele mede a quantidade de chuva em milímetros”*. Que outro equipamento tem numa estação meteorológica? Maria responde *“Tem o barômetro, que mede a pressão do ar em milibares”*.

A última pergunta do questionário procurava buscar evidências de subsunçores dos conceitos de mudanças climáticas. No questionário inicial, um aluno demonstrou médio nível e outro aluno, um alto nível de compreensão sobre o conceito mencionado. Os demais não demonstraram compreensão em suas respostas ou não responderam. No questionário de saída e durante a roda de conversa, todos evidenciaram que tinham captado significados fundamentais sobre as mudanças climáticas, suas causas e consequências.

Como exemplo da compreensão dos conceitos de mudanças climáticas observa-se a resposta de Marcos: *“São mudanças que ocorrem no clima do planeta. Por exemplo, antigamente chovia bem mais aqui, agora já fica mais tempo sem chover. Esse fenômeno é causado pela ação do homem, que provoca desmatamento e poluição, causando o aquecimento global que é o efeito estufa potencializado pelo homem. Isso pode por exemplo causar o derretimento das geleiras no polo norte e o aumento do nível do mar. Sim, também pode afetar o clima local”*.

A roda de conversa entre o professor-pesquisador e os alunos abordou vários outros assuntos que não estavam no questionário inicial, mas que foram objetos de estudo durante o período da pesquisa. Os jovens pesquisadores também relataram suas impressões sobre a participação no projeto de iniciação científica, o que contribuiu para evidenciar o ganho de aprendizagem científica e significativa acerca dos conceitos basilares para a compreensão do clima e da meteorologia. Madalena: *“Confesso que no começo eu vim mais para sair de noite, só que eu achei as aulas muito incríveis, e eu descobri algo que eu não sabia, que era a diferença de tempo e clima”*.

Os nomes dos alunos cujo as falas estão transcritas nesse trabalho, foram substituídos por nomes fictícios para preservar a identidade e a privacidade dos mesmos. A transcrição integral da roda de conversa entre o professor-pesquisador e os alunos participantes do projeto de iniciação científica está no apêndice (E) deste trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fenômenos climáticos propostos na grade curricular das escolas de educação básica, muitas vezes, não são bem compreendidos, devido à complexidade que envolve os diferentes fatores e elementos climáticos. A proposta de metodologia para construção de instrumentos meteorológicos, com materiais alternativos ou de baixo custo pelos alunos possibilitou que eles monitorassem as variáveis atmosféricas, em especial, temperatura, pressão atmosférica, chuva e velocidade do vento. Essas atividades proporcionaram aos estudantes condições para ter uma percepção dos elementos climáticos e permitiu que eles relacionassem com as atividades humanas.

A estação meteorológica pedagógica foi implementada na escola, aumentando as possibilidades de uso de metodologias de ensino não tradicionais, podendo ser um laboratório didático para os componentes curriculares de Física, Química, Geografia e áreas afins. O monitoramento atmosférico no pátio da escola tem provocado o interesse dos alunos pela iniciação científica, promovendo descobertas e despertando o talento de jovens pesquisadores.

A análise termohigrométrica realizada na área urbana do município de Colíder por meio de transecto móvel revelou a existência de ilhas de calor de intensidade fraca, moderada e forte, com magnitude de até 5,2°C. A ocupação e o uso do solo de maneira intensa, com impermeabilização dos terrenos e vias públicas, poucas áreas verdes e o aumento de circulação de veículos, associados a falta de planejamento urbano, têm contribuído para o aumento da temperatura na área central da cidade e, consequentemente, para a formação de ilhas de calor.

O acompanhamento dos alunos no monitoramento termohigrométrico no município, proporcionou aos estudantes o primeiro contato com técnicas de pesquisas em monitoramentos climáticos. Os transectos móveis e o diagnóstico de ilhas de calor serviram também como primeiro salto para o fazer científico dos alunos envolvidos nesta pesquisa.

O processo de produção de estações meteorológicas automáticas, utilizando o Arduino e sensores de baixo custo revelou-se satisfatório. Os alunos conseguiram desenvolver habilidades para a construção de diversas estações micrometeorológicas e instalá-las em suas residências para o monitoramento do clima local. Também adquiriram competências para relacionar o comportamento do clima com as atividades humanas. A estação micrometeorológica produzida pelos estudantes possibilitou a participação na 10ª Mostra de Iniciação Científica no Pantanal, proporcionando aos alunos vivenciar um evento científico em nível estadual, resultando em uma publicação nos Anais do evento.

O monitoramento da temperatura do ar e da pluviosidade na estação meteorológica pedagógica foi realizado pelos alunos durante o período de 18 meses, possibilitando aos estudantes a percepção real da variação sazonal das condições atmosféricas no município. Os dados que revelaram as características climáticas do município, se consolidaram como a primeira fonte de dados atmosféricos disponível na cidade e poderão ser usados com fonte de informações para pesquisadores futuros.

Os estudantes desenvolveram competências e habilidades de leitura e interpretação de textos em linguagem científica, analisando trabalhos acadêmicos e artigos em periódicos. O grupo de alunos analisou os dados coletados ao longo do ano de 2023 e escreveu um artigo, com métodos e técnica da escrita científica. O artigo, que já está publicado em revista, é prova da inserção dos alunos do ensino médio em um seleto grupo de pesquisadores de iniciação científica.

Os materiais didáticos para aprendizagem em climatologia, construídos com materiais recicláveis ou de baixo custo, revelaram-se uma ferramenta metodológica fundamental, no ensino da Física do clima, tendo em vista que permitiram uma percepção das variáveis climáticas pelos alunos de forma simples e lúdica, possibilitando a compreensão do conteúdo e a análise dos fenômenos naturais de seu entorno. Ao construir os instrumentos meteorológicos, o aluno passa a ter o primeiro contato com o fazer científico, podendo despertar interesse pela iniciação científica.

Esta pesquisa produziu informações de monitoramento climático do município de Colíder, nas variáveis de temperatura do ar, umidade do ar e pluviosidade, que poderão servir de fonte de dados para trabalhos futuros. Os métodos e técnicas de investigação desenvolvidos ao longo da pesquisa também poderão contribuir como subsídios pedagógicos para professores da educação básica em diversos componentes curriculares.

REFERÊNCIAS

ABDALA, B. S.; MUSIS, C. R.; SALES, M. C. Desenvolvimento de Datalogger e Servidor de Banco de Dados Via Embarcados: um Estudo de Coleta de Dados de Transectos Móveis Georreferenciados. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v.15, n.15, p.88-92, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/1890-1793.2020v15n15p88-92> Acesso em: 21/07/2022.

ADAMS, F. W.; ALVES, S. D. B.; SANTOS, D. G.; NUNES, S. M. T. Feira de ciências: formando para a cidadania. **Revista Extensão & Cidadania**, v. 8, n. 13, p. 85-104, jan./jun. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22481/recuesb.v8i13.7098> Acesso em: 09/03/2023.

ALBUQUERQUE, F. R.; SILVA W. R.; PESSOA, R. B.; SANTOS, J. S. Climatologia geográfica e interdisciplinaridade: uma proposta metodológica para a educação básica. In: X Encontro Nacional de Ensino de Geografia: Fala Professor(a)! **Anais**. 7 a 22 de julho, 2023. Fortaleza, CE. Disponível em: https://www.falaprofessor2023.agb.org.br/resources/anais/9/fp2023/1693447511_ARQUIVO_66ef3134c31cbe42f3be3df57b464302.pdf Acesso em 18/09/2024.

ALBUQUERQUE, G. S.; SILVA, M. O.; ESTEVÃO, G. S. Contribuição à compreensão do campo térmico da cidade de Juazeiro do Norte (CE) pela metodologia de transectos móveis. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 1363-1373, Set. 2019. Disponível em: <http://uvanet.br/rcgs>. Acesso em: 15/06/2022.

ALEIXO, N. C. R. *et al.* Ilhas de calor em cidade de pequeno porte na Amazônia brasileira: análise de Uarini-AM. **Revista Geoaraguaia**. Barra do Garças – MT v.11 n. Esp. Geotecnologias p. 166–186. Ago-2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/12072> Acesso em: 15/01/2024.

ALLOCCA, R. A. Uma experiência no ensino de climatologia escolar. **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 28 – Jan/Jun 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/download/76300/43223>. Acesso em 15/08/2023.

ALMEIDA, H. A. **Climatologia aplicada à geografia**. Campina Grande: EDUEPB, 2016.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. *Revista Brasileira de Climatologia*. Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, jun 2019. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.65136> Acesso em: 22/07/2023.

ARAÚJO, L. F.; AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; ARVOR, D. A variação espacial da ilha de calor e sua associação com as características paisagísticas em Sinop-MT. *Revista Brasileira de Climatologia*, Dourados, MS, v. 31, Jul. / Dez. 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15470> Acesso em 22/02/2024.

ARNFIELD, A. J. **Köppen climate classification**. *Encyclopedia Britannica*, 2020, disponível em: <https://www.britannica.com/science/Koppen-climate-classification>. Acesso em 28 de fevereiro de 2022.

AVELINO, W. F.; MENDES, J. G. A realidade da educação brasileira a partir da covid-19. **Boletim de conjuntura (BOCA)**, V2, n5. 2020. Disponível em <https://doi.org/10.5281/zenodo.3759679> Acesso em 15/02/2022.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. 4. cd. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: J. Vrin, 1938. Tradução por Estela dos Santos Abreu. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARATTA, M. S. S. **Iniciação científica na escola pública: blog como instrumento de educação científica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

BARBOSA, E. M. C.; BÜHLER, A. J.; MIRANDA, K. L.; BERTHOLDO, D. T. Meninas nas ciências: um projeto multidisciplinar focado em despertar o interesse pelas áreas STEM. **Experiências em Ensino de Ciências**, V.16, N.3, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1013> Acesso em 03/06/2023.

BARBOSA, J. P. M. Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: o SIG como ferramenta. **Caminhos de Geografia**, v.9, n. 17, p. 85–96, 2006.

BERNARDES, G. F. L. R.; ISHIBASHI, R.; IVO, A. A. S.; ROSSET, V.; KIMURA, B. Y. L. Prototyping low-cost automatic weather stations for natural disaster monitoring. **Digital Communications and Networks**. V. 9 ed. 4 – 941-956, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.05.002> Acesso em 14/01/2024.

BERTELLI, L. **Confecção de uma miniestação meteorológica para o ensino de física no ensino médio**. 2022. Monografia (Licenciatura em Física) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves. 2022.

BESSA, E. G.; LIMA, I. V. D. L. A história e os objetivos da iniciação científica no ensino médio: uma análise a partir dos programas do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Sobretudo**, vol. 8, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/7741> Acesso em: 14/06/2022.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto – Portugal. Porto Editora, 1991.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 23 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013.

Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC/SEF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica: 2019: resumo técnico** [recurso eletrônico]. – Brasília: Inep, 2021. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resultados_indice_desenvolvimento_educacao_basica_2019_resumo_tecnico.pdf. Acesso em 01 abr. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

Indicadores educacionais compostos por: Taxa de Aprovação, SAEB e IDEB por rede de ensino - Brasil - 2021 [recurso eletrônico]. – Brasília: Inep, 2022. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/planilhas_para_download/2021/divulgacao_brasil_ideb_2021.zip. Acesso em 01 abr. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

Indicadores educacionais compostos por: Taxa de Aprovação, SAEB e IDEB por rede de ensino - Brasil - 2021 [recurso eletrônico]. – Brasília: Inep, 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/resultados>. Acesso em 02 out. 2024.

BRITO, E. G.; SILVA, M. V. C.; CRISPIM, A. B. **Climatologia**. Fortaleza: UECE, 2019.

CAPPELARRI, D. M.; ALMEIDA, A. V.; RODRIGUES, C. O.; BEGNINI, S.; CARVALHO, C. E. Um olhar sobre o IDEB: relação com investimento na educação, número de alunos matriculados, média de horas aula e PIB per capita. **Revista Gestão & Sustentabilidade**. v. 3 n. 1, 2021.

CHEGURY, J. Q. B. M.; JUSTI, A. C. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Avaliação microclimática, termo higrométrica e das ilhas de calor na cidade de Cuiabá-MT/Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 30, jan. / jun. 2022.

DOI: <https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.14683> Acesso em: 29/11/2022.

CORRÊA, A. S. **A Climatologia no ensino médio: uma reflexão acerca das mudanças climáticas**. 2018. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018.

COSTA, W. L.; ZOMPERO, A. F. A Iniciação científica no Brasil e sua propagação no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 14-25, 7 abr. 2017.

Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/988>
Acesso em: 09/06/2022.

COUTO, M. R. A. M. **Os clubes de ciências e a iniciação à ciência: uma proposta de organização no ensino médio**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

DAMINELLI, E. **A pesquisa e a produção de conhecimento nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no RS: um estudo sobre a iniciação científica com estudantes do ensino médio técnico**. 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

EMERY, J.; POHL, B.; CRÉTAL, J.; RICHARD, Y.; PERGAUD, J.; REGA, M.; ZITO, S.; DUDEK, J.; VAIRET, T.; JOLY, D.; THÉVENIN, T. How local climate zones influence urban air temperature: measurements by bicycle in dijon, France. **Urban Climate**. Volume 40, December 2021, 101017

FERREIRA, J. C. A.; SCARABELLI, P. C.; FERREIRA, C. L. Neuroeducadores: visão transdisciplinar no ensino-aprendizado de projeto. **Cidades e Representações-Coleção Arquitetura e Cidade**, v. 2, p. 17-39, 2021. Disponível em: <https://www.iar.unicamp.br/ia/wp-content/uploads/sites/7/2021/05/Livro-artigo-1.pdf> Acesso em 20/09/2024.

FERNANDES, T.; HACON, S. S.; NOVAIS, J. W. Z. Variabilidade das chuvas e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em populações expostas a mudanças hídricas no sudeste da Amazônia paraense. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.13, n.04, 2020.

FILHO, C. M. R. **A eficiência dos gastos municipais em educação e seus efeitos na nota do IDEB**. 2024. Tese (Doutorado profissional em políticas públicas) – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2024.

FRANÇA, M. S. **Avaliação do microclima urbano para a cidade de Sorriso/MT: estudo de caso**. 2017. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D.; MATOS, R. M. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física** V. 08 N. 04 (2015). Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233503/27169>. Acesso em 28 de fevereiro de 2022.

GALLON, M. S.; SILVA, J. Z.; NASCIMENTO, S. S.; ROCHA FILHO, J. B. Feiras de Ciências: uma possibilidade à divulgação e comunicação científica no contexto da educação básica. **Revista Insignare Scientia**. Vol. 2, n. 4. Set./Dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11000> Acesso em: 14/07/2022.

GARCIA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, médio ambiente y planificación**. Síntesis. 1996. 285p.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução: Sílvia Helena Gonçalves, São Paulo: Oficina de Textos. 2010.

GOMES, S. R. A contribuição **da iniciação científica para o letramento científico na educação profissional e tecnológica: concepções e práticas a partir de projetos do IFSP - Campinas**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Centro de Educação e Ciências Humanas. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

GONÇALVES, D. A. C. **A iniciação científica no ensino médio: contexto atual, desafios e perspectivas na área de ciências da natureza**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Centro de Ciências Naturais e Exatas. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/colider.html>. Acesso em: 03 jan. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2023). **Inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961**. Ministério da Agricultura e da Pecuária. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#> Acesso em 30 set. 2023.

JAHANGIR, M. H.; ZARFESHANI, A.; ARAST, M. Investigation of green roofs effects on reducing of the urban heat islands formation (The case of a municipal district of Tehran City, Iran). **Nature-Based Solutions** 5, 100100. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2023.100100> Acesso em 12/06/2024.

JAISWAL, N.; DEB, S. K.; PANDA, S. K.; MANDAL, A. K.; KHAN, A. W.; KISHTAWAL, C. M. Estimation of intra-urban thermal variability in Ahmedabad city using moving vehicle transects. **J. Earth Syst. Sci.** 132:41. 2023.

KIM, S. W.; BROWN, R. D. Urban heat island (UHI) intensity and magnitude estimations: A systematic literature review. **Science of the Total Environment**. V.779 jul 2021. Disponível em: Estimativas de intensidade e magnitude de ilhas de calor urbanas (UHI): uma revisão sistemática da literatura - ScienceDirect. Acesso em 20 jun. 2022.

KOPPEN W. Das geographische System der Klimate. In: KOPPEN W.; GEIGER, R. (eds). **Handbuch der Klimatologie**: Berlin, 1936.

KOTTEK, M; GRIESER, J; BECK, C; RUDOLF, B; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 15, N. 3, 259-263, 2006. Disponível em: http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Paper_2006.pdf. Acesso em 28 de fevereiro de 2022.

LIMA. L. O. S.; ASCURA, R. E.; VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M. Análise por meio de transecto móvel das ilhas de calor e de frescor na região do Coxipó em Cuiabá – MT (Brasil). **Engineering and Science**, V.3 E10, 2021.

LIMA, A. L. O. **Estação meteorológica de baixo custo utilizando Arduino**. 2021. Monografia (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Ceará, Russas, 2021.

LIMA, N. J. F. **Iniciação científica na área de ciências da natureza no ensino médio e a formação do estudante pesquisador**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2023.

LOREIAN, I.; DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W. Instrumentos utilizados para a identificação dos conceitos subsunçores no ensino de física: o que dizem os periódicos da área. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 15, p. 1-20, 2022.

MARENGO, J. A.; Souza JR, C. **Mudanças climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo, dez. 2018.

MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. A. **Clima e ambiente: introdução à climatologia para ciências ambientais**. Embrapa, Campinas, 2008.

MAZUR, M.; STRESSER, E. A.; CRUZ, F. J.; BURAK, D. A utilização do pluviômetro e os impactos da chuva: uma experiência de modelagem. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 30487-30496 dec, 2019.

MELO, L.; BREMGARTNER, V.; SOUZA, D. Estação meteorológica portátil com cultura maker interdisciplinar para ensino de física e programação de computadores. In XXVI Workshop de informática na escola, (WIE), 26, 2020, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 259-268.
DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.259>. Acesso em 14/08/2023.

MENDES, M. A. **História e Geografia de Mato Grosso**. 3ª ed. Cuiabá: Cafarnaum, 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, S.; FIALHO, W. C. G. Reforma do Ensino Médio: velhos problemas e novas alterações. *Revista de Educação*. PUC-Campinas, 25, 1-5. Disponível em: <https://doi.org/10.24220/2318-0870v25e2020a4626> Acesso em 18/02/2022.

MEYER, et al. Iniciação científica no ensino médio: a construção de um aparato experimental de baixo custo para estudo da Lei de Lambert-Beer a partir de um circuito montado com fotoresistor LDR. **Revista de Estudos Aplicados em Educação**, v. 3, n. 5, jan./jun. 2018. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/4992 Acesso em 14/06/2022.

MOCÓ, G. S. **Estudo de termodinâmica por uma estação meteorológica experimental em Arduino**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2020.

MONTEIRO, M.; CARVALHO, C. C.; GARLET, J. **Escolitíneos (curculionidae: scolytinae) associados a plantio de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na Amazônia Meridional em Alta Floresta, Mato Grosso**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 913-923, jul.- set., 2018. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833355> Acesso em 14/03/2024.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes Ltda., 1982.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Educação Em Ciências: Métodos Qualitativos**. Universidad de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Texto de Apoio nº 14. Publicado em Actas del PIDECE, 4:25 55, 2002. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquali.pdf> Acesso em 13/09/2024.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: Gen LTC, 2022.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C.; OLIVEIRA, I. J. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal (Brasil). Élisée, **Revista de Geografia. UEG – Porangatu**, v.5, n.2, p.59-86, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/5769>. Acesso em 28 de fevereiro de 2022.

NIDZGORSKA-LENCEWICZ, J.; CZARNECKA, M. Thermal Inversion and Particulate Matter Concentration in Wrocław in Winter Season. **Atmosphere**, v. 11, 1351, 2020.

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 03, 2010 p. 18-22. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/232646/26659>. Acesso em 28 de fevereiro de 2022.

NOVAK, J.; GOWIN R. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984. Tradução do original *Learning how to learn*.

OKE, T. R. **Boundary layer climate**. London: Methuen, 1978.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. Reino Unido, Vol. 108, n. 455, p. 1-24. Janeiro, 1982.

OLIVEIRA, A. BIANCHETTI, L. Iniciação científica júnior: desafios à materialização de um círculo virtuoso. **Ensaio**, vol.26, n.98, pp.133-162, 2018. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/12838> Acesso em: 24/06/2022.

OLIVEIRA, F. P. Z. **Pactos e impactos da iniciação científica na formação dos estudantes do ensino médio**. 2017. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

OLIVEIRA, R. B.; AZEVEDO, J. M. A; AZEVEDO, H. S. F. S.; ROCHA, M. S. M. Contribuições da iniciação científica nos cursos técnicos de nível médio do Instituto Federal do Acre. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 16, p. 7741, 2019.

OLIVEIRA, S. F. A. **Iniciação científica no ensino médio integrado: um estudo de caso no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2020.

OLIVEIRA, V. H. N.; VASQUES, D. G. A construção do estado do conhecimento sobre iniciação científica na educação básica. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 19, n.3, p. 1240-1262, jul. /set. 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/48612> Acesso em 14/02/2023.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 448p

PADILHA, R. M. **Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso: Caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial**. Cáceres: UNEMAT Editora. 2020.

PAULO, I. J. C. **A Aprendizagem Significativa Crítica de conceitos da Mecânica Quântica segundo a Interpretação de Copenhagen e o problema da diversidade de propostas de inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio**. 2006. Tese (Enseñanza de las Ciencias) - Universidade de Burgos, Burgos, Espanha, 2006.

PAULO, I. J. C. Aprendizagem significativa: uma teoria para a sala de aula e sua perspectiva paradigmática. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 29, n. 2, p. 417-443, 2022.

PASSOS, P. K. C. N. **O uso da metodologia científica como instrumento de aprendizagem para o ensino de biologia: uma proposta de ensino por investigação**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória De Santo Antão, 2020.

PAULO, I. J. C.; SOUSA, C. M. S. G. **A teoria da aprendizagem significativa e seus desdobramentos na dinâmica de ensinar e aprender ciências**. 1. ed. Cuiabá: UAB/UFMT, v. 1. 2011.

PINTO, F. C. R. **Proposta de sequência didática baseada na aprendizagem significativa: construção de uma miniestação meteorológica com Arduino**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2018.

PINTO, P. H. B. G.; FREITAS, R. C. D. **Estabelecimento de um sítio de observações meteorológicas no campus do INPE em Cachoeira Paulista (SP)**. INPE, Cachoeira Paulista, 2024. Disponível em: http://mtc-m21d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/10.15.18.19/doc/Relatorio_Final_Pedro_Henrique_Barbosa_Guedes_Pinto_2024.pdf Acesso em 10/10/2024.

PORANGABA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.; SILVA, M. H. S.; DUBREUIL, V. Modeling the urban heat island at a winter event in Três Lagoas, Brazil. **Urban Climate** 37, 2021. 100853. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100853> Acesso em 22/09/2023.

PRIMAVERA, A. P. **Iniciação científica no ensino médio: contribuições do Programa Ciência na Escola**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Ciências Exatas. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

QUEIROZ, M. V. A. **Projeto de iniciação científica para alunos do ensino médio**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física. Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

RODRIGUES, L. R.; RAMOS, J. S.; SÁNCHEZ DE LA FLOR, F. J.; DOMÍNGUEZ, S. A. Analyzing the Urban Heat Island: comprehensive methodology for data gathering and optimal design of mobile transects. **Sustainable Cities and Society**. Volume 55, April 2020, 102027.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Universidade de Brasília - UnB, 2013. 128 p.

SANTOS, F. M. M. Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**. V. 12 n. 12 ago. 2013, p. 2749 – 2763. <http://dx.doi.org/10.5902/223613089160> Acesso em: 25/06/2022.

SANTOS, S. A. **Um grupo de iniciação científica na educação básica: um percurso formativo para aprendizes**. 2020. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SADOURNY, R. **O clima da Terra**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.

SBRUZZI, R. V.; FERREIRA, C. L.; OLIVEIRA, M. R. S.; BECKER, G. Y. R. S. Projeto de Extensão articulado à ABP como estratégia transdisciplinar de ensino e aprendizagem de projeto em Design. **Conecte-se! Revista Interdisciplinar de Extensão**. V. 7. Nº 13. 2023. Disponível em: http://https://scholar.google.pt/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&q=Transdisciplinaridade+no+ensino&btnG= Acesso em 26/09/2024.

SILVA, M. R. S. **A influência socioeconômica de Colíder (MT) para as cidades de seu entorno imediato**. 2022. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres-MT. 2017.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunções no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, 2022. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339> Acesso em: 14/4/2023.

SILVA, T. M. S. **Iniciação científica com projetos de botânica no ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

SILVA, J. J. B. **Iniciação científica júnior: uma proposta de atividade de aprendizagem**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

SILVA K. L. **Contribuições e desafios da iniciação científica júnior**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023.

SILVA, M. S.; CARDOSO C. Desafios e perspectivas para o ensino de climatologia geográfica na escola. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 10, n. 20, p. 1-17, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/691/700> Acesso em 23/12/2023.

SILVA, M. M. C. Fatores associados aos resultados do IDEB das escolas públicas brasileiras. **Revista Educação Foco**, Juiz de Fora Vol. 26, 2021

SILVA, Y. M. N.; SILVA, H. M.; SILVA, R. D. A.; MARQUES, E. D.; GOMES, O. V. O. Identification of the urban heat islands phenomenon in a small city: the study case of Três Rios/RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**. v.57, n.1. Mar 2022. 93-104. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z217694781001> Acesso em 07/07/2023.

SILVEIRA, J. C. **Entre dizeres e silêncios sobre iniciação científica na educação básica: o movimento de sentidos na escola**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

STAKE, Robert. **The Art of Case Study Research**. Thousand Oaks, CA: Sage, 1995.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 239-256. 2017.

TOCANTINS, I. **Estudo de variáveis termo-higrométricas em parque urbano na cidade de Cuiabá – MT**. 2019. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2019.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)**. New York: United Nations, 2019. Disponível em: www.un.org/development/desa/pd/content/urbanization-0 Acessado em 02 fevereiro 2022.

VALIN JR, M. O. **Análise de abrigos termo-higrométricos alternativos para transectos móveis**. 2019. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2019.

VAREJÃO-SILVA. **Meteorologia e Climatologia** (Apostila). 2006. Disponível em: http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/meteorologia_e_climatologia_vd2_mar_2006.pdf. Acesso em 19 julho de 2021.

VIDAL, R. S. M. F. **Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de miniestação meteorológica portátil com Arduino**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. WMO and the new urban agenda. **WMO**, 2022. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/urban-development-megacities/wmo-and-new-urban-agenda>. Acessado em 02 fevereiro 2022.

YNOUE, R. Y.; REBOITA, M. S.; AMBRIZZI, T.; SILVA, G. A. M. **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ZAVITOSKI, E. V. S. **Análise termohigrométrica nos eixos viários centrais da malha urbana original de Sinop-MT**. 2018. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2018.

ZHOU, B.; RYBSKI, D.; KROPP, J. P. The role of city size and urban form in the surface urban heat island. **Scientific Reports**. 7: 4791. mai 2017. Disponível em: O papel do tamanho da cidade e da forma urbana na ilha de calor urbana superficial - PubMed (nih.gov). Acesso em 22 jul. 2021.

ZHANG, P.; IMHOFF, M. L.; WOLFE, R. E.; BOUNOUA, L. Characterizing urban heat islands of global settlements using MODIS and nighttime lights products. **Canadian Journal of Remote Sensing**, Vol. 36, No. 3, pp. 185–196, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258382536_Characterizing_urban_heat_islands_of_global_settlements_using_MODIS_and_nighttime_lights_products/link/5c114468299bf139c7547483/download. Acesso em 22 jul. 2022.

ZOMPERO, A. F.; GARBIM, T. H. S.; SOUZA, C. H. B.; BARRICHELO, D. Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um projeto de iniciação científica no ensino médio. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 13, n. 2, p. 325-337, 2018.

ZOMPERO, A. F.; HOLPERT, L. N. R. S. Habilidades cognitivas de percepção das evidências expressas por estudantes brasileiros do ensino médio na resolução de situações-problemas. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, vol. 18, número 38, 2019. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-51622019000300015&script=sci_abstract&tlng=pt Acesso em: 03/06/2022.

APÊNDICES

APÊNDICE – A	ROTEIRO DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE CLIMATOLOGIA.
APÊNDICE – B	QUESTIONÁRIO PARA DIAGNOSTICO INICIAL DO CONHECIMENTO SOBRE A FÍSICA DO CLIMA DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA ESTADUAL DESEMBARGADOR MILTON ARMANDO POMPEU DE BARROS.
APÊNDICE – C	QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA COM ARDUINO.
APÊNDICE – D	QUESTIONÁRIO PARA AVALIAR A AULA SOBRE CLIMATOLOGIA – CONHECENDO OS EQUIPAMENTOS QUE MEDEM E/OU REGISTRAM OS ELEMENTOS DO CLIMA.
APÊNDICE – E	RODA DE CONVERSA COM ALUNOS DA ESCOLA ESTADUAL DESEMBARGADO MILTON ARMANDO POMPEU DE BARROS.
APÊNDICE – F	ARTIGO 1 – ANÁLISE DA VARIAÇÃO TERMO HIGROMÉTRICA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE COLÍDER POR TRANSECTO MÓVEL.
APÊNDICE – G	ARTIGO 3 – INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO: ANALISANDO DADOS DA TEMPERATURA DO AR E DA PLUVIOSIDADE NA ESCOLA, NO MUNICÍPIO DE COLÍDER – MT.
APÊNDICE – H	RESUMO EM ANAIS – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA.
APÊNDICE – I	BANNER/PÔSTER EM EVENTO CIENTÍFICO – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA.

**ROTEIRO DE
PRODUÇÃO DE
MATERIAIS
DIDÁTICOS PARA
O ENSINO DE
CLIMATOLOGIA**



SUMÁRIO

Apresentação	02
Tempo e clima	03
Elementos climáticos	05
Anemômetro	06
Calculando a velocidade do vento	09
Barômetro	12
Entendendo o funcionamento do barômetro	13
Biruta ou sensor de direção do vento	15
Rosa dos ventos	16
Pluviômetro modelo 1	17
Pluviômetro modelo 2	20
Calculando a pluviosidade	21
Tabela para registro mensal da pluviosidade	23
Termômetro	24
Estação meteorológica automática	30
Metodologia	30
Instalação do Software Arduino IDE	32
Instalando a programação para os sensores no Arduino	32
Montando a estação no abrigo meteorológico	34
Valor aproximado do investimento para construir uma estação automática	37
Referências	38





Apresentação

Este roteiro propõe sugestões para construção de diferentes instrumentos meteorológicos caseiros, utilizando materiais de baixo custo e materiais recicláveis que podem ser encontrados na maioria das casas dos alunos.

Os equipamentos poderão ser construídos pelo professor, para serem utilizados como materiais didáticos em aulas de climatologia, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e atraente.

Caso seja de interesse do professor, a produção desses instrumentos, podem ser utilizados como objeto de estudo em projeto de iniciação científica, desenvolvidos na escola, onde os próprios alunos poderão construir os equipamentos, e usa-los para monitorar o clima local. Nesse projeto os alunos poderão investigar as diferentes formas do processo de construção dos instrumentos, descrevendo o objetivo e a metodologia para a produção de cada aparelho.

Em se tratando de projeto de iniciação científica, poderá ser organizado uma feira na escola no final do ano letivo, para apresentação do processo de construção, mas também das análises das coletas de dados climáticos registradas ao longo do ano letivo.

Com esse trabalho espero contribuir para o conhecimento de professores e alunos na escola.

Professor Rinaldo Marques Padilha.





TEMPO E CLIMA

É muito comum no dia a dia as pessoas usarem o termo clima para expressar uma ação ou assunto que não esteja relacionado com os fenômenos atmosféricos. Em outras circunstâncias muitas pessoas referem-se ao clima dentro do contexto atmosférico, mas na verdade elas estão apontando fenômenos que são verdadeiramente definidos como estados do tempo atmosféricos. Esse equívoco é tão comum, que nem sempre é percebido quando são confundidos até mesmo entre pessoas com alto grau de instrução acadêmica.

Os esforços para a compreensão do conceito do clima, bem como a definição do tempo, devem começar na escola ainda no ensino fundamental, para que ao longo da trajetória de aprendizagem do aluno, ele possa entender de forma correta a relação entre tempo, clima e as implicações decorrentes dos fenômenos atmosféricos.

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 13), “O tempo atmosférico é o estado momentâneo da atmosfera em um dado instante e lugar. ” O autor entende que o estado da atmosfera pode ser o comportamento atual de vários elementos climáticos que se caracterizam naquele dado instante em um determinado lugar. Podemos citar por exemplo a chuva, vento e radiação (insolação).

Para Almeida (2016), Brito, Silva e Crispin (2019), o clima é caracterizado por uma sucessão de comportamentos médios do tempo atmosférico em um determinado local por um longo período, geralmente entre 30 – 35 anos. Ou seja, é uma generalização das diversas condições do tempo em uma sequência cronológica de um longo período de observação, culminando com uma descrição média climatológica.

Posto isto entendemos que o tempo são os fenômenos atmosféricos que estamos observando ou sentindo em um dado instante em um determinado lugar específico. Enquanto o clima representa um conjunto das características dos fenômenos atmosféricos que ocorrem nesse mesmo local. Sendo assim, quando alguém diz: “hoje Cuiabá está quente”, estará se referindo ao tempo, ou seja, a temperatura do ar naquele dia e hora especificamente. Enquanto que se essa mesma pessoa diz: “Cuiabá é uma cidade quente”, estará se referindo ao clima, ou seja, ela está discorrendo sobre uma característica do clima da região, que normalmente é com temperaturas elevadas na maior parte do ano.

Em nosso cotidiano é muito comum as pessoas embaralharem as ciências meteorologia e climatologia. Por vezes acreditam se tratar da mesma ciência ou do mesmo





estudo, pois ambas estão relacionadas aos fenômenos que ocorrem na atmosfera de maneira geral. Contudo, Ayoade (1996, p.2) afirma que “[...] a meteorologia está relacionada ao estado físico, dinâmico e químico da atmosfera e às interações entre eles e a superfície terrestre subjacente. A climatologia é o estudo científico do clima”. Ou seja, a meteorologia estuda o comportamento momentâneo da atmosfera em determinado local, enquanto a climatologia é a ciência que estuda o comportamento médio dos diferentes estados do tempo, por meio de uma descrição estatística das diversas condições do tempo atmosférico.

O clima de uma determinada região tem características peculiares que são próprias daquele local e tem pequenas variações ao longo do ano, mas que tendem a se repetir em fases como um ciclo que se renova a cada ano. Sabemos que o ciclo pode variar ao longo do tempo e sofrer modificações provocadas por agentes ou fatores internos e externos de grande magnitude. Mas em via de regra serão estudados e/ou classificados em decorrência de fatores e elementos climáticos.





ELEMENTOS CLIMÁTICOS

Os elementos climáticos são os atributos, ou seja, os componentes principais que se conjugam para caracterizar o estado da atmosfera. São eles que representam os valores relativos ao tempo atmosférico e são usados para caracterizar os diferentes tipos climáticos no planeta. São vários os elementos climáticos, observados e monitorados ao longo do ano para diagnosticar e caracterizar os climas no mundo.

Cada elemento climático é monitorado por um equipamento específico, que tem características distintas para aferição do tempo atmosférico. Os instrumentos utilizados, normalmente são produzidos por empresas especializadas, que seguem rigorosos teste de calibração, para que possam mensurar valores com alta precisão. No entanto, para fins didáticos e pedagógicos, muitos desses instrumentos podem ser confeccionados com materiais de baixo custo, com o objetivo principal de proporcionar uma melhor percepção da variação dos elementos climáticos pelos alunos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

Alguns desses instrumentos são descritos nesse roteiro, com a metodologia passo a passo para a sua construção como o: anemômetro (medir a velocidade do vento), barômetro (medir a pressão atmosférica), biruta ou sensor de direção (indicar a direção do vento de acordo com os pontos cardeais), pluviômetro (quantificar o volume de chuva) e o termômetro (medir a temperatura do ar).

Além desses instrumentos que são construídos de forma artesanal, também demostramos a produção de uma estação meteorológica automática, utilizando a placa microcontroladora Arduino e sensores eletrônicos. Todos com valores bem acessíveis a realidade da maioria das escolas, ou do professor.





ANEMÔMETRO.

O anemômetro é o aparelho que mede a velocidade do vento.

Para construir um anemômetro caseiro vamos precisar de:

- 1 pedaço de cabo de vassoura de madeira.
- 2 bolinhas da embalagem de desodorante *roll-on*, ou 2 bolinhas de Ping Pong, ou 4 garrafas de refrigerante de 200 ml vazia (em último caso pode usar 4 tampinhas de garrafas de refrigerante).
- 2 espetinhos de madeira para churrasco.
- 1 tubinho de caneta vazio (tubo que fica armazenado a tinta) vai usar só um pedaço de ± 2 cm.
- 1 prego fino que possa entrar facilmente no tubinho de caneta (ex 13 x 15 ou 13 x 18 ou similar).
- Cola quente ou supercola.



Metodologia

- Pegue 2 espetinhos de madeira e corte as pontas deixando-os com 22 cm de comprimento.
- 1 desses espetinhos, corte ao meio deixando as duas metades com exatamente o mesmo tamanho.
- Abra as duas bolinhas exatamente ao meio, de modo que tenhamos 4 conchas, ou corte o fundo das 4 garrafas de refrigerante de 200ml, ou somente as tampinhas.

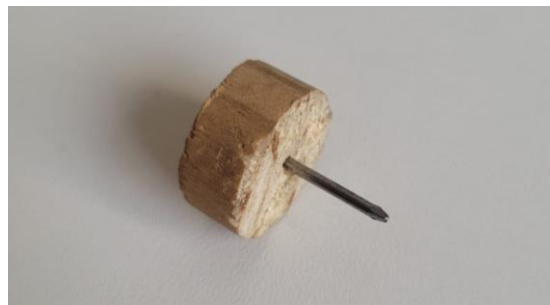




- Pegue uma metade da bolinha e cole na ponta do palito menor, repita o processo com o outro palito menor conforme imagem.



- Cole uma metade da bolinha em uma ponta do palito grande, e a outra metade da bolinha em outra ponta, porém, a abertura da bolinha tem que ficar em direção oposta uma da outra.
- Com um serrote, serra, ou faca de serra, corte um pedaço de um cabo de vassoura, para ficar semelhante a uma rodinha de carrinho de brinquedo.
- Se tiver um furadeira, faça um furo bem no meio da rodinha para colocar o prego, caso não tenha furadeira, tente pregar o prego no meio da rodinha utilizando um martelo.

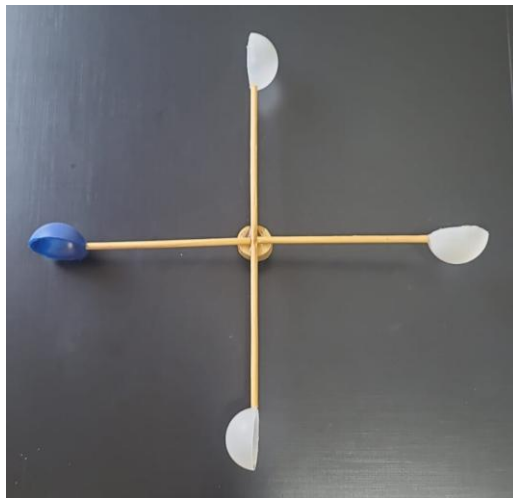


- Pegue o espetinho maior que está com as duas metades de bolinha coladas, e coloque em cima da rodinha com o prego, posicione a rodinha exatamente no meio do espetinho. Cole o espetinho na rodinha usando cola quente, ou supercola.





- Pegue os outros dois pedaços de espetinho com a meia bola e cole na rodinha de madeira fazendo uma cruz, também utilize cola quente ou supercola.



- Pinte apenas uma das quatro metades de bolinha com uma cor bem forte, para que ela se destaque quando o anemômetro estiver girando.
- Pegue o cabo de vassoura inteiro e fure a ponta dele com uma broca da mesma espessura que o tubinho de caneta, caso não tenha a furadeira e a broca apropriada, use prego e martelo.
- Encaixe o pedaço de tubinho de caneta no furo feito no cabo de vassoura.



- Coloque o anemômetro no cabo de vassoura, encaixando o prego no tubinho de caneta.
- Agora é só fixar o cabo de vassoura no chão, longe de casas, árvores ou obstáculos que possam interferir na passagem do vento. Você também pode parafusar ou pregar o cabo de vassoura em um muro ou casa, desde que o anemômetro fique acima do telhado ou de objetos que possam impedir a passagem do vento.





Pronto já temos um anemômetro capaz de medir a velocidade do vento. Uma informação importante é que os anemômetros são muito mais eficientes quando eles têm apenas 3 hélices. Esse manual sugeriu 4 hélices, porque seria muito mais fácil fazer a divisão da distância entre as hélices e consequentemente colar essas hélices na rodinha de madeira. Porém o professor pode realizar da forma que achar mais apropriada.

Esse anemômetro não é um aparelho automático ou digital que calcula a velocidade automaticamente, então para medir a velocidade do vento temos que observar ele girando e fazer alguns cálculos.

CALCULANDO A VELOCIDADE DO VENTO

- Primeiramente temos que conhecer qual é o tamanho da circunferência do anemômetro, o raio e o perímetro dessa circunferência.
- Para saber o tamanho da circunferência, nós vamos medir a distância entre uma meia bolinha e outra, medindo a partir do cento da meia bolinha. Então vamos supor que a distância entre as duas meias bolinhas que estão unidas pelo palito de churrasco tenha 22 centímetros de comprimento. Ou seja, nosso anemômetro girando formará um círculo com diâmetro de 22 centímetros.
- O raio desse círculo é exatamente a metade desse diâmetro, então sabemos que é 11 centímetros.





- Para descobrir o perímetro (comprimento) da circunferência do anemômetro você pode usar a seguinte fórmula.

$$P = 2 \cdot \pi \cdot r$$

Onde:

P = Perímetro (comprimento) da circunferência.

$\pi = 3,14$ (aproximadamente).

r = raio da circunferência (medida do centro à extremidade).

Logo teremos: $2 \cdot 3,14 \cdot 11 = 69,08$ centímetros ou 0,69 metros.

Isso quer dizer que para cada volta completa do anemômetro, ele percorrerá 69,08 centímetros, ou 0,69 metros.

Agora que já conhecemos o perímetro do anemômetro, já podemos calcular a velocidade do vento, usando a seguinte formula:

$$V = G \cdot P$$

Onde:

V = Velocidade do vento.

G = Giros em 1 segundo (quantidade de giros que o anemômetro vai dar em um segundo).

P = Perímetro, (distância que as metades das bolinhas irão percorrer em um giro completo).

O resultado dessa expressão será dado em metros por segundo. (m/s)

Caso você queira medir a velocidade em quilometro por hora (km/h), basta multiplicar o resultado por 3,6.

Ex:

$$V = G \cdot P \cdot 3,6$$

Vamos ver como fazer isso na prática.

Você terá que usar um cronometro e escolher por quanto tempo você vai observar o anemômetro girar.

Em um segundo talvez seria pouco tempo e não seria possível estipular a velocidade. Em um minuto, talvez seja muito tempo e você se perca na contagem.

Então vamos escolher observar o anemômetro por 10 segundos.

Como entre as 4 hélices existe uma que está com cor diferente, é ela que você irá observar, quantas vezes passara na frente dos seus olhos.





Vamos dizer que ela tenha passado 20 vezes em um período de 10 segundos. Como inicialmente nós queremos calcular a velocidade do vento em metros por segundo, vamos dividir 20 voltas por 10 segundos. Assim o anemômetro girou 2 vezes a cada segundo e que cada volta tem 0,69 metros.

Agora aplicamos a formula.

$$V = 20 \div 10 \cdot 0,69 = 1,38 \text{ m/s} \quad \text{ou então } V = 2 \cdot 0,69 = 1,38 \text{ m/s}$$

Como foi dito anteriormente se quiser saber a velocidade em km/h, basta multiplicar por 3,6.

$$V = 1,38 \cdot 3,6 = 4,96 \text{ km/h}$$

Caso a velocidade do vento estiver muito forte, provavelmente você não conseguirá contar quantas vezes passara na sua frente. Nesse caso pegue um celular e filme o anemômetro por 10 segundos e depois coloque em câmera lenta e você conseguirá contar quantas vezes girou.

Espero que professores e alunos se divirtam com esse anemômetro caseiro.





BARÔMETRO

O barômetro é um aparelho que mede a pressão atmosférica e para construir esse instrumento caseiro você irá precisar de:

- 1 pote de vidro vazio. (Recomenda-se que seja vidro grande com mais de um litro de volume).
- 1 bexiga (balão de aniversário tamanho 7, 8 ou 9).
- 1 canudo de refrigerante fino.
- Fita aderente.
- Tesoura.



Metodologia

- Retire a tampa do pote de vidro e descarte-a.
- Corte o bico de bexiga bem abaixo do gargalo, conforme figura abaixo.



- Estique a bexiga e vista ela na boca (abertura) do pote de vidro.
- Passe a fita adesiva em volta de modo que fixe a bexiga tampando a boca do pote.
- Cole a ponta do canudo com um pedaço de fita na bexiga, bem no centro da boca do pote de vidro.
- Com uma tesoura faça um corte na ponta do canudo que ficou para fora da bexiga, de modo que ele fique pontiagudo.

Pronto o seu barômetro caseiro está finalizado.





ENTENDENDO O FUNCIONAMENTO DO BARÔMETRO

A pressão atmosférica é a força exercida por uma coluna de ar sobre a superfície terrestre. Em um palavreado simples “é o peso do ar” sobre a superfície.

O valor da pressão atmosférica ao nível médio do mar é de 1 atm (atmosfera). Esse valor corresponde a 101.325 Pa ou 1.013,25 hPa (unidade mais usada).

A pressão está relacionada com a temperatura, a densidade e o volume da massa de ar. Pegamos como exemplo, lugares com grande altitude, onde a quantidade de ar será menor, logo a pressão atmosférica será menor também.

Outro exemplo: imagine dois lugares com altitude semelhantes, porém, com temperaturas diferentes. O local onde está mais frio, terá maior pressão atmosférica, pois as moléculas de ar estão mais juntas, ou seja, o ar estará mais denso, e assim a pressão (peso do ar por metro cubico) será maior.

Sendo assim, quando colocamos a bexiga tampando a boca do pote de vidro, nós isolamos o ar de dentro do pote, fazendo que ele não interaja diretamente com o ar de fora.

Quando houver uma mudança de temperatura, ou seja, se a temperatura do ar do ambiente ficar mais fria, o ar ficará mais denso, ou seja, as moléculas de ar estão mais juntas e consequentemente a pressão (peso) será maior do que o ar que está dentro do pote. Sendo assim, essa pressão irá empurrar a bexiga para baixo, e o lado pontiagudo do canudo irá subir indicando que houve um aumento de pressão atmosférica.

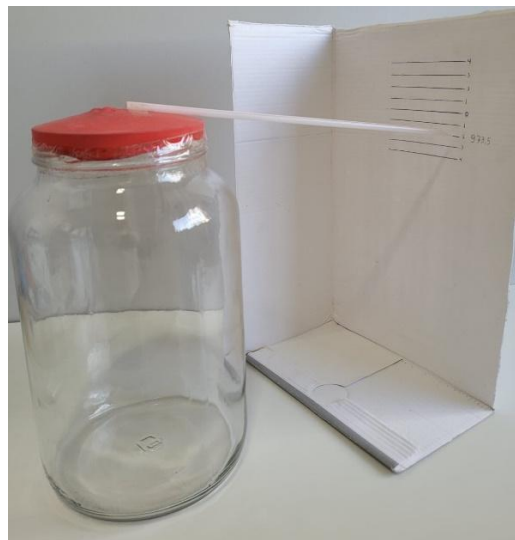




O ar frio (mais denso), portanto, mais pesado, está empurrando a bexiga para baixo, indicando um aumento de pressão atmosférica no ambiente.

Se o ar do ambiente ficar muito quente, as moléculas desse ar ficarão mais dispersas, tendendo a subir para as altitudes maiores, sendo assim, o ar ficará menos denso e terá menor pressão (peso), logo o ar de dentro do pote, que por sua vez, estará um pouco mais denso, empurrará o balão para cima, e o lado pontiagudo do canudinho irá baixar, indicando que houve uma diminuição da pressão atmosférica do lado de fora do pote de vidro.

O ar quente (menos denso), portanto, mais leve, está permitindo que o ar de dentro (mais denso) empurre a bexiga para cima, indicando uma diminuição de pressão atmosférica no ambiente.



Caso a escola tenha um barômetro, uma estação automática ou algum aparelho capaz de medir a pressão atmosférica, é possível fazer uma calibragem, usando uma parede, ou um papel colado em um suporte, fazendo marcações ao longo do dia, sempre que houver mudanças na posição da ponta do canudo.

O ponto negativo é que a vida útil da bexiga é pequena e provavelmente, terá que ser substituído semanalmente, necessitando de nova calibragem.





BIRUTA OU SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO

Existem vários tipos de biruta ou sensor de direção, sendo possível construir artesanalmente diversos modelos, porém a maioria desses modelos, exigiriam materiais que precisariam ser comprados, necessitando de investimentos que nem sempre a escola ou os alunos possuem.



Sendo assim, escolhemos um método simples que exige poucos recursos, e provavelmente todos os alunos podem ter em casa.

- 1 fita de cetim de 40 cm de comprimento (pode ser menor ou maior)
- 1 prego pequeno e fino (sugestão 10 x 10)
- 1 cabo de vassoura de madeira (pode ser outro material que sirva como haste).

Metodologia.

- Em uma das pontas da fita de cetim, fure com o prego.
- Com um martelo, pregue a fita de cetim na ponta do cabo de vassoura, mas não bata o prego totalmente, deixe a cabeça do prego sem encostar no cabo de vassoura.
- Certifique que a fita de cetim possa girar livremente sobre o cabo de vassoura.
- Agora basta fixar o cabo de vassoura no chão em um lugar livre de obstáculo que possa interferir na passagem do vento (casas, muros e árvores) caso a escola não tenha esse espaço então terá que adaptar a biruta em cima do muro ou telhado.





ROSA DOS VENTOS

Para verificar a direção do vento será necessário construir uma rosa dos ventos e colocá-la junto a biruta produzida.

Essa rosa dos ventos pode ser desenhada em uma tábua, placa de PVC, ou qualquer outro material e depois colocá-la próximo a haste da biruta.

Dependendo da situação a rosa dos ventos pode ser desenhada diretamente no chão, onde foi fixado o cabo vassoura ou a haste.

Para saber exatamente as direções da rosa dos ventos, o professor deve usar uma bússola tradicional, ou uma bússola por meio de aplicativo de celular. Caso não seja possível nenhuma das opções anteriores, use as orientações através do nascer e do pôr do sol ou da lua.

Caso haja dificuldade de encontrar as direções baseadas no sol ou na lua indicamos um vídeo do YouTube no canal Geografia e Geotecnologias, que mostra didaticamente como encontrar os pontos cardeais.

<https://youtu.be/mY2XY9J3GZY?si=iNUDhthlQo0ZUIN7>





PLUVIÔMETRO

Pluviômetro é o aparelho utilizado para registrar a quantidade de chuva de um local em determinado período. Em seguida apresentamos dois modelos de pluviômetros caseiros feitos com garrafas PET.

MODELO 1

Para construir o pluviômetro caseiro vamos precisar dos seguintes materiais:

- 1 garrafa de refrigerante de 2 litros, que tenha as paredes retas.
- 1 régua transparente.
- Supercola ou fita adesiva larga transparente.
- Estilete e/ou tesoura.
- 260 gramas de areia.
- 260 gramas de cimento.



Importantíssimo → é fundamental que a garrafa de refrigerante tenha as paredes retas, ou seja, elas não podem ter cinturas ou ondulações em suas paredes (exemplo a garrafa de Coca cola não pode ser usado em hipótese alguma, pois suas paredes não são retas). De preferência para as garrafas com material transparente.

Metodologia

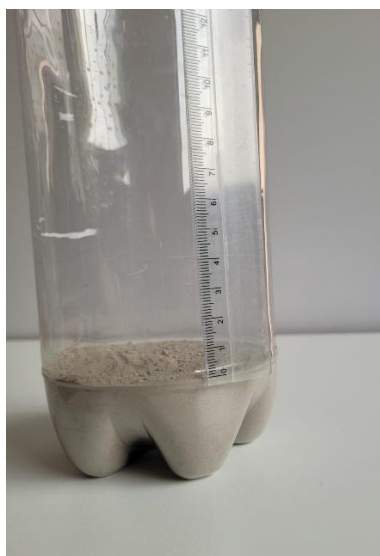


- Retire todo o rótulo da garrafa.
- Corte a garrafa de refrigerante na parte de cima, depois que terminou a ondulação do bico e começou a ficar com a parede reta. Guarde o bico da garrafa, pois ele também será utilizado no pluviômetro.





- Junte o cimento, a areia e adicione água e vá mexendo até virar uma massa homogênea e coloque no fundo da garrafa até preencher a parte com ondulações.
- Dê algumas batidinhas na garrafa para distribuir melhor o cimento. Depois coloque em uma superfície plana e nivelada por no mínimo 48 horas para secar, mas não pode secar no sol, deixe secar em um espaço que não pegue sol diretamente nele.
- Passados mais 48 horas, pegue a régua transparente e cole pelo lado de fora, de modo que a marcação 0 (zero) fique alinhada com o cimento.

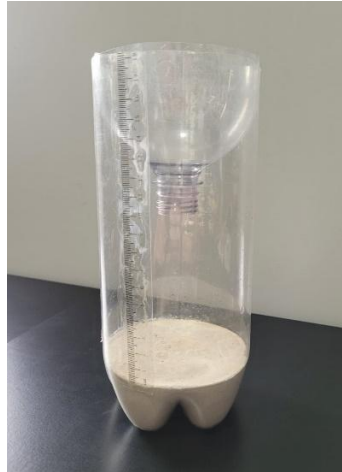


- Tenha cuidado ao manusear o pluviômetro, pois caso ele leve quedas ou sofra algum impacto, o cimento pode descolar da garrafa, comprometendo os dados da coleta de chuva.
- Caso a escola tenha uma impressora a laser, o professor pode procurar na internet imagens de régua e configurá-la para imprimir em tamanho real em folha de transparência. Se for fazer vários pluviômetros, dá para imprimir várias régua em uma única folha de transparência, ficando mais barato do que o valor das régua, além de ter um melhor acabamento.





Pegue a parte do bico da garrafa que foi cortado e coloque dentro do pluviômetro, mas coloque com a parte do bico para baixo. Ele vai impedir que caia folhas e outros tipos de sujeira que possam interferir no valor da leitura do pluviômetro.



Agora que o pluviômetro está pronto, você tem que escolher um local plano e nivelado, onde não tem obstáculo como, muro, árvores ou casas que possam impedir que a chuva caia dentro.

Não é recomendado colocar o pluviômetro diretamente no chão. Então você pode fazer um suporte para colocá-lo, utilizando uma garrafa de refrigerante maior (exemplo de 2,5 litros) e um cabo de vassoura.

Corte a garrafa mais ou menos na metade, introduza o cabo de vassoura no bico da garrafa, com a abertura da garrafa para cima, em seguida fixe o cabo de vassoura no chão e depois coloque o pluviômetro dentro.





PLUVIÔMETRO MODELO 2

Para construir esse pluviômetro vamos precisar de:

- 1 garrafas de refrigerante de 2 litros, com paredes retas.
- 1 Copo medidor de volume, ou proveta.

Para fazer o suporte para o pluviômetro você irá precisar de:

- 1 garrafa de 2,5 litros
- 1 cabo de vassoura.



Metodologia

- Retire todo o rótulo da garrafa.
- Corte a garrafa de refrigerante na parte de cima, depois que terminou a ondulação do bico e começou a ficar com a parede reta. Guarde o bico da garrafa, pois ele também será utilizado no pluviômetro.



- Pegue a parte do bico da garrafa que foi cortado e coloque dentro do pluviômetro, mas coloque com a parte do bico para baixo. Ele vai impedir que caio folhas e outros tipos de sujeira que possam interferir no valor da leitura do pluviômetro.

Está pronto o seu pluviômetro, porem como esse pluviômetro não tem cimento ou algum peso para dar sustentação e não ser levado pelo vento, então ele obrigatoriamente irá precisar de um suporte também.





Para fazer o suporte, corte a garrafa de 2,5 litros mais ou menos na metade, introduza o cabo de vassoura no bico da garrafa, com a abertura da garrafa para cima, em seguida fixe o cabo de vassoura no chão e depois coloque o pluviômetro dentro.

Repare que esse pluviômetro é diferente do outro, pois ele não tem nada para nivelar a parte de baixo, nem a régua para medir a quantidade de chuva. Ele é mais simples em sua construção, porém a leitura da chuva necessita de alguns cálculos, como será explicado a seguir.



Calculando a pluviosidade

$$P = 10 \cdot \frac{V}{A}$$

Onde:

P = Pluviosidade em mm

V = Volume de água da chuva em litros

A = Área do pluviômetro em centímetros.

Depois que terminar a chuva o observador irá coletar o volume de água que está no pluviômetro e colocar no copo medidor de volume, ou proveta e anotar a quantidade de litros que caiu naquele dia e depois dividir pela área do pluviômetro.

Então primeiramente você terá que descobrir qual é o tamanho da área de coleta do pluviômetro. Para isso você usará a seguinte formula:

$$A = \pi \cdot r^2$$

Onde,

A = área do círculo do pluviômetro.

π : constante Pi, aproximadamente (3,1415).

r: raio

Como nosso pluviômetro é feito por uma garrafa de refrigerante de 2 litros, ela pode ter um diâmetro entre 9,5 até 10,5 centímetros dependendo da marca. A título de





exemplo vou considerar que o nosso pluviômetro tem 10 centímetros de diâmetro. Sendo assim o raio do diâmetro será de 5 centímetros. Logo temos a seguinte situação:

$$A = 3,1415 \times 5 \times 5 = 78,53 \text{ cm}^2$$

Agora vamos supor que a água coletada do nosso pluviômetro tenha dado o volume de 1.000 mililitros (1 litro).

Então você irá usar a fórmula descrita anteriormente:

$$10 \cdot \frac{1000}{78,5} = 127,3\text{mm}. \quad (1.000 \div 78,5 \times 10 = 127,3\text{mm}).$$

Ou seja, nosso pluviômetro mediu uma chuva de 127,3mm.

Considerações finais sobre os pluviômetros.

Importante lembrar que todos os pluviômetros depois de feita a leitura tem que ser esvaziado e devolvido ao seu suporte ou local nivelado.

Cada um dos pluviômetros tem seus pontos positivos e pontos negativos.

O pluviômetro 1 tem a vantagem de ter a base reta e ao mesmo tempo ser pesado o que ajuda ele a não ser levado com o vento. A base de cimento facilita a leitura com a régua. O ponto negativo é que a base feita em cimento absorve em torno de 1 a 2 mm da água da chuva, dependendo da quantidade de tempo que ele tenha ficado exposto ao sol antes da chuva começar. Dessa forma se a chuva começou depois de um dia ensolarado, necessita de descontar entre 1 a 2 mm na hora de fazer as anotações.

O pluviômetro 2 tem a desvantagem de ter que medir o volume e depois dividir pelo coeficiente (área) e multiplicar por 10, demandando um pouco mais de tempo para obter os dados. Mas tem a vantagem de ser o pluviômetro mais fácil e barato de construir, além de ter a maior precisão da leitura do valor da chuva.

Outro ponto positivo, é que ele estimula a curiosidade para a resolução de problemas e auxilia no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

Os valores coletados em qualquer um dos pluviômetros, deve ser anotado em uma planilha diariamente. As anotações podem ser sempre após o término de uma chuva, ou escolher alguns horários fixos para registro. Segue tabela de exemplo a seguir.





Tabela para registro mensal da pluviosidade

JANEIRO				
Dia	Chuva	Chuva	Chuva	Total
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

FEVEREIRO				
Dia	Chuva	Chuva	Chuva	Total
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

Essa tabela é apenas um exemplo, o professor pode adapta-la a sua realidade local. Ao final do mês, pode ser trabalhado essas informações em gráficos, adicionando as informações da temperatura e assim produzindo um climograma, mensal e depois anual.

A partir daí, são inúmeras as possibilidades para trabalhar essas informações com seus alunos.





TERMÔMETRO

Para construir o termômetro caseiro será utilizado:

- 1 – Pote de vidro pequeno (sugestão entre 20 ml e 50ml) mas pode ser de outro tamanho.
- 1 – Tubinho de tinta de caneta vazio (o tubo interno da caneta onde fica armazenado a tinta), ou um equipo de soro (mangueirinha de soro hospitalar que ainda não tenha sido usada).
- 1 – Chapa de PVC. (Feito de um pedaço de tubo de PVC esgoto).
- Álcool 70% ou mais forte. (Quantidade suficiente para encher o pote de vidro)
- Corante.
- Cola de secagem rápida
- Caneta ou lápis.
- Ferramentas.



Metodologia

Primeiramente vamos preparar a chapa de PVC para se tornar a régua de escala do termômetro. Essa primeira parte o professor deverá preparar sozinho antes de fazer a aula com os alunos, pois precisará de ferramentas (serra, forno etc.) e outras coisas que pode ser que a escola não tenha. O professor também poderá pedir ajuda para uma outra pessoa, que tenha as ferramentas e habilidades necessárias, para trabalhar com o tubo de PVC.

Separe um pedaço de tubo de PVC de esgoto (Tubo branco), pode ser de qualquer diâmetro, eu prefiro os de 100mm. Corte com um tamanho de aproximadamente 20cm, (pode ser maior se quiser fazer várias réguas), depois abra-o ao meio pelo seu lado mais comprido, conforme a figura a seguir.





Depois coloque-o ao forno e fique observando até que ele amoleça e fique esticado. Com um alicate, retire-o do forno e coloque-o no chão e em seguida coloque um objeto plano e rígido em cima dele, pode ser uma cerâmica, ou uma taboa. Deixe esfriar por alguns minutos. Depois retire o objeto que estava prensando ele e você terá uma chapa de PVC pronta para ser utilizada.



Depois com uma serra, recorte uma tira de 2 cm, ou da largura que se adapte a tampa do pote de vidro.

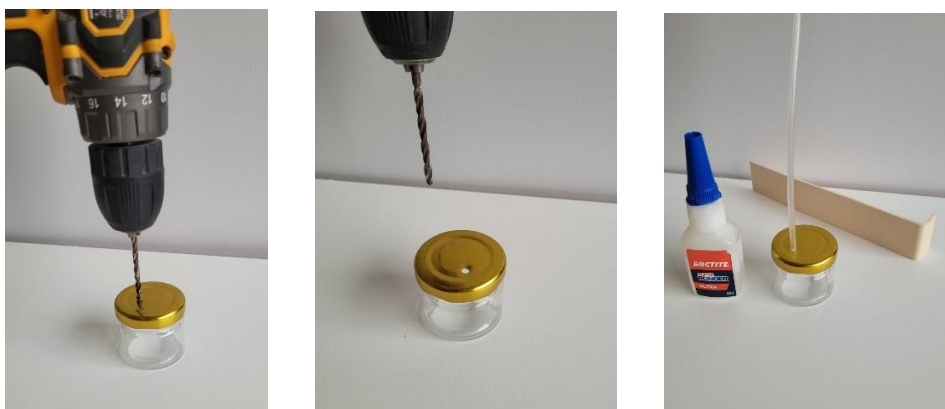
Novamente, aqueça a chapa de PVC recortada e coloque-a prensada, só que dessa vez ira deixar um ou dois centímetros descoberto, e com um outro objeto reto, pode ser um pedaço de madeira ira dobra, em um ângulo de 90°. Pronto já temos a régua da barra de escala do termômetro.





Na próxima fase o professor precisará de uma furadeira ou parafusadeira com uma broca que seja da espessura do tubo de caneta, ou mangueira de soro. Caso não tenha, pode ser usado um prego da mesma espessura.

Fure a tampa do pote, mas não fure exatamente no meio, pois precisará de um pouco de espaço para colar a régua de PVC. Enquanto o professor faz o furo nas tampinhas, deixe a garrafa com álcool na geladeira, ou em uma caixa térmica com gelo até hora que for usar.



Cole o tubinho de caneta ou mangueirinha de soro na régua, deixando de um a dois centímetros para baixo além da dobra da régua do PVC, pois essa parte vai ficar dentro do pote de vidro. Na sequência, cole a régua na tampa do pote de vidro de modo que a parte do tubinho de caneta ou mangueira de soro, fique dentro do buraco da tampa.

Passe cola em volta para certificar que não irá derramar álcool por volta do tubinho.

Depois coloque o álcool dentro do pote de vidro e adicione algumas gotas de corante para que ele fique vermelho e facilite a leitura da temperatura. Complete com álcool até chegar no limite da borda do pote de vidro e tampe. Pronto o seu termômetro de álcool caseiro já está pronto. No entanto é necessário fazer a calibragem da temperatura para que ele possa medir o mais correto possível.



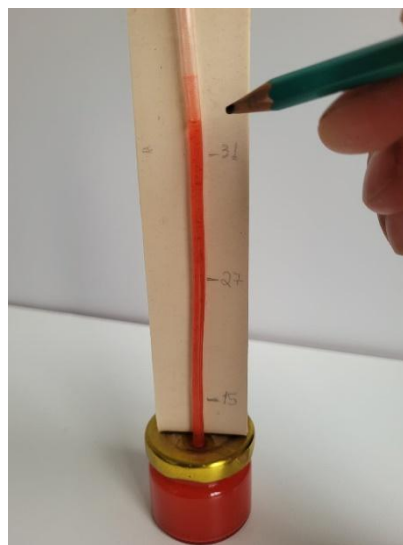


Todo termômetro ou aparelho que mede alguma coisa precisa passar por uma calibragem antes, pois é necessária configurar alguns parâmetros. No nosso caso nós vamos calibrar o termômetro de álcool usando um outro termômetro (de preferência termômetro digital), mas pode ser um de mercúrio também.

Para calibrar você irá precisar de uma caneca com água gelada, (Se tiver vários termômetros para calibrar, leve algumas pedras de gelo de reserva), uma caneca com água quente. É possível que o professor tenha que esquentar mais de uma vez, se tiver bastante termômetros para calibrar. Também será utilizado lápis ou caneta.

Primeiramente coloque o termômetro de álcool e a ponta do termômetro digital ou ainda o termômetro de mercúrio dentro da água gelada. Com a água gelada provavelmente o álcool irá se contrair e ficar totalmente dentro do pote de vidro. Espere alguns minutos até que a temperatura do álcool se iguale com a temperatura da água e fique olhando até o álcool, começar a subir pelo tubinho. Retire os dois termômetros e em seguida observe a temperatura no termômetro de referência e a altura do álcool no tubinho de caneta e faça uma marcação na régua de PVC e na frente escreva a temperatura.

Depois coloque o termômetro de referência e o termômetro de álcool dentro da caneca de água quente. Espere alguns minutos até que a temperatura do álcool se iguale a temperatura da água. Caso a temperatura da água esteja muito quente o álcool irá derramar pelo tubinho, se isso acontecer, retire o pote de vidro da água quente e diminua um pouco a temperatura adicionando água fria. Depois volte o termômetro caseiro para a caneca e observe a temperatura no termômetro de referência e faça a marcação na régua de PVC e registre a temperatura na frente.



Caso a sala de aula tiver ar condicionado, poderá ser feito mais uma marcação dentro da sala de aula no ambiente climatizado (lembre-se de aguardar vários minutos até a temperatura do álcool se estabilizar com a temperatura do ar da sala). Depois faça a anotação na régua de PVC. E por último leve o termômetro para fora da sala (no corredor ou no pátio) e faça o mesmo processo para ter mais uma escala de temperatura.





Bem até aqui já conseguimos três ou quatro marcações na escala da régua do termômetro caseiro. Agora temos que dividir os espaços entre uma marcação e outra de modo que o intervalo entre as marcações fiquem bem parecidas. Dependendo do tamanho da régua que foi produzida para o termômetro caseiro, as escalas ficarão a cada 1°C ou a cada 2°C .

E agora já é possível medir a temperatura do ar com um termômetro caseiro produzido com materiais de baixo custo.



O volume do álcool passa por um processo de dilatação e cresce, quando sofre um aumento de temperatura, porque a vibração das moléculas do material aumenta (isso acontece com diversos outros materiais). Assim as moléculas passam a ocupar um espaço maior e consequentemente o volume de todo o álcool aumenta, fazendo que por falta de espaço dentro do vidro, o álcool tende a subir pelo tubinho. O inverso ocorre quando o álcool sofre uma diminuição de temperatura as moléculas vão se arranjando e o líquido vai descendo pelo tubinho e retornando ao pote de vidro.





Caso o professor e alunos tenha dificuldades para encontrar o pote de vidro usado nesse roteiro ou não consiga produzir uma placa de PVC para servir de régua. Pode ser usado um vidro de esmalte vazio e usar um pedaço de papelão ou cartolina para servir de régua.

Vale lembrar, que esses instrumentos, embora consigam medir as variáveis dos elementos climáticos, eles não têm uma precisão igual aos equipamentos profissionais, usados em estações oficiais que possuem instrumentos com alto valor agregado. Sendo assim, o objetivo aqui é muito mais pedagógico, para que os alunos consigam perceber as modificações e o comportamento do tempo, do que os dados propriamente ditos.

Divirtam-se.

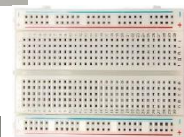
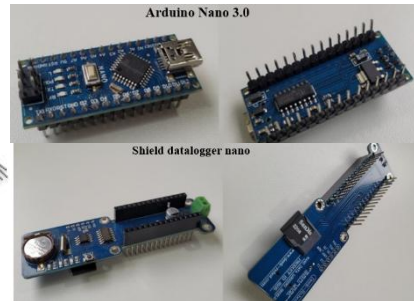




ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

Para produzir a estação meteorológica automática de baixo custo iremos precisar de:

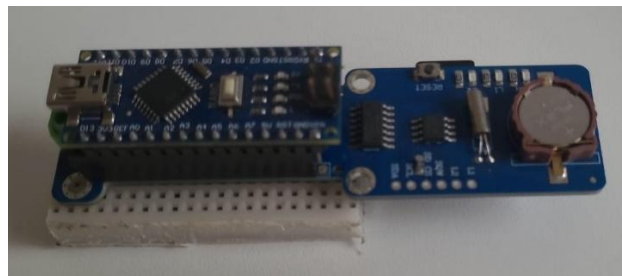
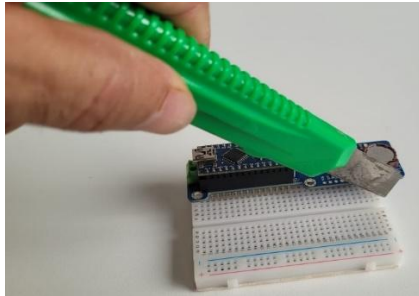
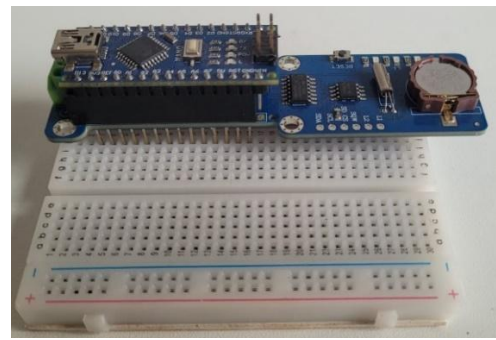
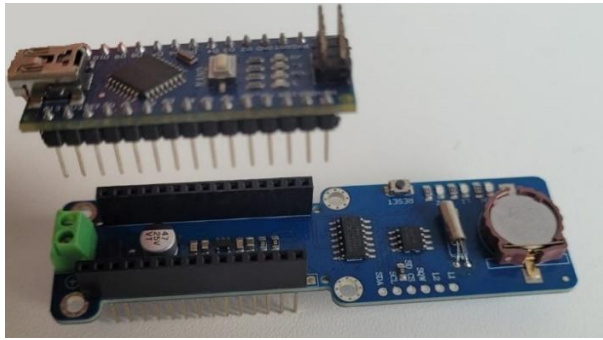
- 1 – Sensor AHT 20 + BMP 280.
- 1 – Placa microcontroladora Arduino. Nano 3.0 ch340 Atmega328P (pode ser outro modelo).
- 1 – *Shield datalogger nano*.
- 1 – Cabo USB específico para o Arduino nano.
- 1 – Cartão de memória Micro SD.
- 1 – Bateria CR1220 do tipo botão.
- Carregador de celular
- 4 – *Jumpers* macho, alongado, ou jumper comum + fios para alongamento.
- 1 – Mini *Protoboard*.
- 1 – Tubo de Pvc de 40 mm, com 16 cm de comprimento (branco).
- 1 – Placa de PVC de 5 cm (fabricação própria).
- 1 – CAP de PVC para tubo de 40 mm (branco).
- 1 – Caixa hermética.
- Solda de estanho.
- Parafusos e ferramenta para fixar a estação.



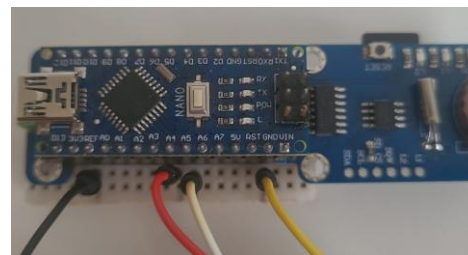
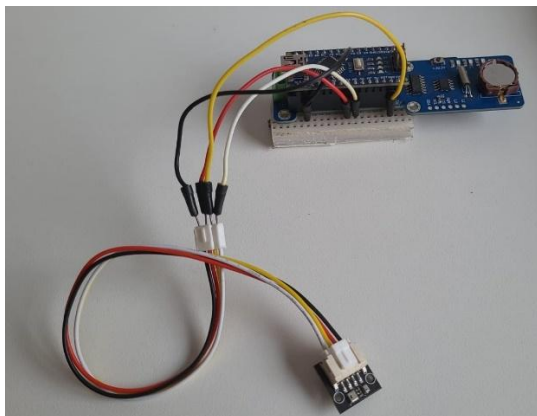
Metodologia

Encaixe o Arduino nano sobre o *Shield datalogger*, conforme figura abaixo, e conecte a *Shield datalogger* na mini *protoboard*. O excesso de furos da *protoboard*, pode ser recortado antes ou depois das conexões. Insira o cartão de memória Micro SD e bateria CR1220 nos compartimentos apropriados.



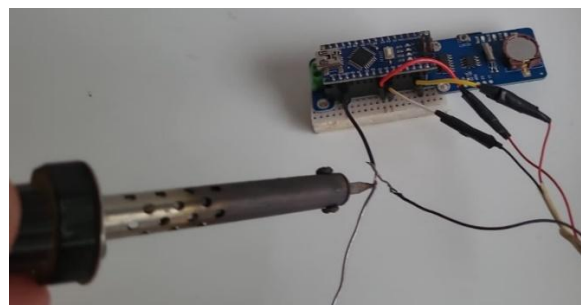


Conecte os jumpers nos conectores do sensor AHT20 + BMP280, e conecte a outra ponta dos jumpers na placa *protoboard*, conforme figura de ilustração indicando os pinos.



Fio preto no pino 3V
Fio vermelho no pino A4
Fio branco no pino A5
Fio amarelo no pino GND

Caso queira colocar o sensor dentro do abrigo meteorológico, será necessário alongar os jumpers. Para isso, corte e faça emendas e solde-os com a solda de estanho. Depois proteja com fita isolante a parte que recebeu a solda.





Instalação do *Software* Arduino IDE

Para instalar o Arduino IDE em seu computador, existem vários tutoriais na internet que ensinam esse procedimento de maneira visual, tornando o processo muito mais fácil, pesquise e escolha o melhor tutorial para te ajudar a fazer essa etapa.

Instalando a programação para os sensores no Arduino

Depois de instalado o software Arduino IDE em seu computador, você terá que fazer a conexão temporária da placa Arduino com os sensores em seu computador. Para fazer a conexão use o cabo USB específico para a placa Arduino.

Depois de conectado, copie e cole o código disponível abaixo no ambiente de programação IDE Arduino.

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
#include <Adafruit_AHTX0.h>
#include <AHT20.h>
#include <RTCLib.h>
#include <SD.h>

Adafruit_BMP280 bmp;

RTC_DS1307 relógio;

AHT20 aht;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
  }

  Serial.print("Initializing SD card...");

  // see if the card is present and can be initialized:
  if (!SD.begin(10)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    // don't do anything more:
    while (1);
  }
  Serial.println("card initialized.");

  if (!relógio.begin()){
    Serial.println("Não pode conectar ao relógio");
  }
  else{
    Serial.println("Relógio conectado com sucesso");
  }
}
```





```
}
```

```
if (!bmp.begin()) {
  Serial.println("Could not find a valid BMP280 sensor, check wiring!");
  while (1);
}
else{
  Serial.println("BMP280 correto");
}
```

```
if (!aht.begin()) {
  Serial.println("Could not find a valid AHT20 sensor, check wiring!");
  while (1);
}
else{
  Serial.println("AHT20");
}
```

```
File dataFile = SD.open("registro.csv", FILE_WRITE);
```

```
// if the file is available, write to it:
if (dataFile) {
  dataFile.println("data,temperatura,pressao,umidade,");
  dataFile.close();
}
// if the file isn't open, pop up an error:
else {
  Serial.println("erro ao abrir registro.csv");
}
}
```

```
void loop() {
  float T = aht.getTemperature();
  float H = aht.getHumidity();
  float P = bmp.readPressure()/ 100.0;
```

```
DateTime horario = relógio.now();
```

```
String dados = String(horario.day()) +
  "/" + String(horario.month()) +
  "/" + String(horario.year()) +
  " " + String(horario.hour()) +
  ":" + String(horario.minute()) +
  "," + String(T) +
  "," + String(P) +
  "," + String(H) + ",";
```

```
Serial.println(dados);
```

```
File dataFile = SD.open("registro.csv", FILE_WRITE);
```

```
// if the file is available, write to it:
if (dataFile) {
  dataFile.println(dados);
  dataFile.close();
}
```





```
// if the file isn't open, pop up an error:
else {
  Serial.println("erro ao abrir registro.csv");
}

delay(60000);
}
```

Após essa etapa, clique no botão “Verificar” e depois no botão “Executar” para rodar a programação. Em seguida vá na guia “Ferramentas” e clique em “Monitor Serial”.

```
codigo_estacao2.ino
1 #include <SPI.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <Adafruit_BMP280.h>
4 #include <Adafruit_AHTX0.h>
5 #include <AHT20.h>
6 #include <RTClib.h>
7 #include <SD.h>
8
9 Adafruit_BMP280 bmp;
10
11 RTC_DS1307 relógio;
12
13 AHT20 aht;
14
15 void setup() {
16   Serial.begin(9600);
17
18   while (!Serial) {
19     ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
20   }
21
22   Serial.print("Initializing SD card...");
23
24   // see if the card is present and can be initialized:
25   if (!SD.begin(10)) {
26     Serial.println("Card failed, or not present");
27     // don't do anything more:
28     while (1);
29   }
30   Serial.println("card initialized.");
31 }
```

Em seguida você verá que os dados estarão sendo mostrado na tela do computador e gravados no cartão de memória. Pronto agora é só desconectar do computador e instalá-lo no abrigo meteorológico e fixar todo o sistema em um local apropriado.

Repare que nós não instalamos um monitor para ver os dados em tempo real, pois para esse projeto, a ideia é que a estação fique o mais barato possível. Para visualizar os dados e fazer as análises, será necessário semanalmente, mensalmente, ou em um intervalo de tempo pré-estabelecido, que alguém retire o cartão de memória e descarregue os dados em um computador, para serem processados com diferentes formas de análise de acordo com o interesse da sua pesquisa.

Montando a estação no abrigo meteorológico

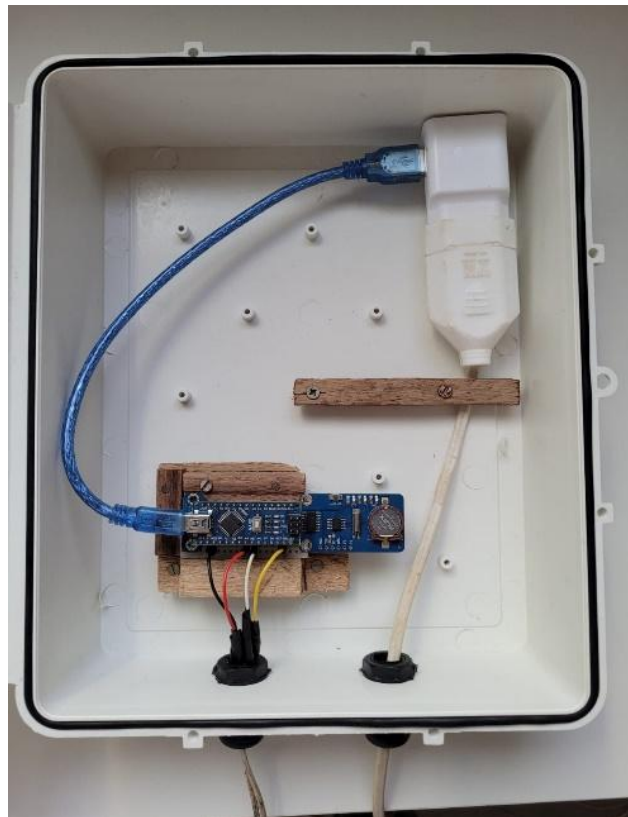
Instale esse conjunto registrador de dados (*datalogger*) dentro da caixa hermética, para que ele fique protegido da chuva e da incidência direta do sol. Caso não seja possível adquirir uma caixa hermética, pode ser produzido um abrigo alternativos com materiais





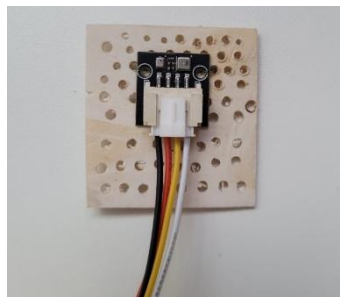
diversos. Podem ser usados parafusos, pedaços de madeira, metal, ou PVC para manter o *datalogger* bem fixo dentro da caixa hermética.

Passe o sensor AHT20 + BMP280, juntamente com os jumpers para fora da caixa hermética, por meio da abertura inferior da caixa.



Para fazer o abrigo do sensor, corte um pedaço de chapa de PVC na largura do diâmetro do tubo de 40mm (para produzir a chapa de PVC, verifique o roteiro para produção do termômetro nesse manual).

Faça vários furos com broca (1mm a 2mm) na placa de PVC, para facilitar a circulação de ar. Com uma linha de nylon ou similar, amarre o sensor AHT20 + BMP280 na placa de PVC, por meio dos furos feito com a broca.





Com uma broca mais grossa (entre 4mm a 8mm) faça vários furos no tubo de PVC de 40mm, para possibilitar a circulação do ar. Esses furos não precisam ser em toda a extensão do tubo, fure apenas 1/3 do seu comprimento. Introduza a placa com o sensor AHT20 + BMP280 dentro do tubo de PVC de 40mm. Posteriormente, tampe a parte superior com o CAP de 40mm.



Instale o conjunto de *datalogger* e sensor em um local adequado, longe de obstáculos que possam interferir no monitoramento (sombra de árvores, casas ou edifícios).



A estação meteorológica automática com Arduino que acabamos de construir, pode monitorar a temperatura do ar, umidade do ar e a pressão atmosférica. Outros sensores, poderão ser adicionados posteriormente para monitorar diferentes variáveis climáticas. No entanto se aproveitarmos o pluviômetro de garrafa PET que já construímos





anteriormente, teremos condições de monitorar os principais elementos do clima para a caracterização climática local.

Valor aproximado do investimento para construir uma estação automática.

Materiais	Preço	Local pra adquirir
Sensor Temperatura, umidade e pressão atmosférica - AHT20, BMP280	R\$ 20,00	Aliexpress
Placa microcontroladora Arduino Nano 3.0 ch340 Atmega328P, com cabo USB	R\$ 40,50	Mercado Livre
Shield datalogger nano. (com relógio e modulo para cartão de memória)	R\$ 40,00	Aliexpress
Cartão memória 8GB ou 16 GB.	R\$ 18,00	Mercado Livre
Bateria Cr1220 do tipo botão.	R\$ 5,00	Comércio local
Jumper macho (kit com 20 unidades)	R\$ 8,00	Mercado Livre
Protoboard 400 Furos	R\$ 14,00	Mercado Livre
CAP 40 mm	R\$ 5,00	Comércio local
Tubo PVC 40mm (preço proporcional a 50 centímetros	R\$ 4,00	Comércio local
Caixa hermética	R\$ 26,00	Mercado Livre
Carregador de celular	R\$ 0,00	Com certeza você terá um em casa que já não usa mais.
Valor total aproximado	R\$ 180,50	Para todos os produtos, não foi considerado o valor do frete.

*Os valores dos materiais foram cotados no mês de novembro de 2024.





REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hermes Alves de. **Climatologia aplicada à geografia**. Campina Grande: EDUEPB, 2016.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. 4. cd. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BRITO, Érika Gomes; SILVA, Marcus Vinícius Chagas da; CRISPIM, Andrea Bezerra. **Climatologia**. Fortaleza: UECE, 2019.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.



APÊNDICE - B

DIAGNOSTICO INICIAL DO CONHECIMENTO SOBRE A FÍSICA DO CLIMA DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA ESTADUAL DESEMBARGADOR MILTON ARMANDO POMPEU DE BARROS

Aluno _____

Série _____ Turma _____ Data ____/____/____

O objetivo desse diagnóstico é trazer alguma luz sobre os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática da tese. Isso porque espera-se que haja algum aprendizado que faça sentido para o aluno (a), que ele compreenda a importância da obtenção de medidas confiáveis para a análise do clima da região e as inter-relações entre a ação antrópica e o comportamento climático.

1. O que é e para que serve uma estação meteorológica? Qual a sua importância?

2. Clima e tempo referem-se a mesma coisa? Justifique sua resposta.

3. Para entender o que ocorre com o clima, os fatores e/ou elementos são importantes. Quais os fatores ou elementos determinantes para compreender o clima de uma região?

4. O que é pressão atmosférica?

5. A chuva é um dos fenômenos meteorológicos mais importantes para os seres vivos. Você consegue descrever o seu processo de formação?

6. Será que existe alguma relação entre o regime de chuvas e a vegetação? Como seria?

7. Quais são os principais tipos de chuva de acordo com sua origem?

8. Você sabe o que é, ou para que serve um climograma?

9. Você sabe o que é um artigo científico? Já leu algum?



Estação Meteorológica convencional do IAG no Parque CienTec. USP-SP

10. Uma estação meteorológica completa está equipada com vários equipamentos que são responsáveis para monitorar diversas variáveis climáticas. Esses equipamentos estão listados abaixo. Você sabe dizer o que é cada um deles? Ou qual variável climática cada um deles medem?

Termômetro:

Pluviômetro?

Barômetro?

Psicrômetro?

Anemômetro?

Biruta?

Tanque de evaporação ou evaporímetro?

11. O clima é um fator muito importante para a manutenção da vida na Terra, seja no aspecto social, biológico, econômico entre outros diversos. Ao longo da história humana, o clima global está passando por modificações em seu comportamento, que estão interferindo na forma de vida do planeta.

O que você sabe sobre mudanças climáticas globais? Causas e consequências? Elas podem afetar o clima local?

APÊNDICE - C

AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA COM ARDUINO

Aluno _____

1) Você já tinha lido um artigo científico antes de entrar nesse projeto? Foi fácil ou difícil a leitura e compreensão dos artigos? Explique.

2) Qual a dificuldade encontrada para escrever o projeto e o texto final da pesquisa?

3) Como você sanou essa dificuldade?

4) Você teve dificuldades para compreender, desenvolver o projeto e construir a estação meteorológica com Arduino e materiais de baixo custo? Quais?

5) Você já tinha apresentado uma pesquisa em feira científica estadual ou regional antes?

6) Como você avalia o seu aprendizado na participação do projeto Estação Meteorológica?

() Ruim () Regular () Bom () Ótimo

7) Faça uma avaliação sobre a sua participação na Mostra de Iniciação Científica no Pantanal como pesquisador (a) apresentando uma pesquisa científica.

8) As técnicas de pesquisa que você aprendeu contribuíram para seu aprendizado sobre climatologia? E como jovem pesquisador? Justifique.

APÊNDICE - D

AULA SOBRE CLIMATOLOGIA – CONHECENDO OS EQUIPAMENTOS QUE MEDEM E/OU REGISTRAM OS ELEMENTOS DO CLIMA.

Nome _____ serie/turma _____

1). Você já teve a oportunidade de observar ou manusear algum equipamento que mede ou registra os elementos do clima? _____ Qual? _____

2). Identifique os nomes dos aparelhos utilizados na aula e diga para que eles servem.



a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

3). Os equipamentos construídos de forma artesanalmente contribuíram para a sua aprendizagem sobre o clima? _____. Explique? _____

4) Qual dos equipamentos você mais gostou ou chamou sua atenção? Justifique? _____

5) De maneira geral comente o que achou da aula: **“conhecendo os equipamentos que medem e/ou registram os elementos do clima”**

APÊNDICE - E

RODA DE CONVERSA COM ALUNOS DA ESCOLA ESTADUAL DESEMBARGADO MILTON ARMANDO POMPEU DE BARROS.

Esse documento é a transcrição da roda de conversa com alunos que concluíram o projeto de iniciação científica que resultou na tese de doutorado.

A roda de conversa ocorreu em dezembro de 2023 e foi embasado nos conteúdos para a compreensão dos conceitos de climatologia.

Os nomes dos alunos envolvidos foram substituídos por nomes fictícios para preservar a identidade e a privacidade dos mesmos.

Olá sou o professor Rinaldo, sou professor do projeto da Estação Meteorológica.

Esse é um projeto de iniciação científica onde nós estudamos, pesquisamos sobre o clima. Já estamos trabalhando bastante há um ano.

E hoje nós estamos aqui para conversar. Fazer uma roda de conversa sobre climatologia.

Vamos começar falando de clima.

É comum no dia a dia, quando as pessoas falam de clima, muitas pessoas confundem. Falam tempo quando, acham que estão falando de clima.

Mas, isso para nós que estamos trabalhando já há algum tempo não tem mais esse problema.

Nós já sabemos essa diferença. Ou será que sabemos?

Tempo e clima é a mesma coisa? Tem diferença? Ou não?

Priscila - Eles têm diferenças sim... Tempo é o estado momentâneo da atmosfera. Já o clima é o conjunto de variação do tempo. Por exemplo tempo é como eu já disse, é aquilo que está acontecendo no momento, como uma chuva, como uma névoa. Já o clima é algo que abrange mais, como o clima polar, o clima temperado, que são algo que é medido por várias décadas para você poder definir. O que é legal.

Professor - Muito bem. Para entender o que ocorre com o clima nós temos que entender também como funciona os fatores e os elementos climáticos.

O que vocês podem falar para gente. O que são fatores? O que são elementos climáticos?

Como que eles podem influenciar o clima.

Marcos - Os elementos são atributos físicos que são possíveis determinar (quantificar) como a chuva, o vento, a temperatura e a pressão atmosférica.

Os fatores são a latitude, altitude, a massa de ar, relevo, humidade do ar

Priscila - Os fatores são condições climáticas aquilo que pode mudar

Professor – Pessoal, o Marcos falou de uns fatores climáticos, ele falou latitude né. A Latitude é um fator climático, ou seja, vai influenciar o clima. Mas como esse fator climático latitude vai influenciar?

Mateus - O clima influenciar do seguinte modo, que quanto maior a latitude, ou seja, mais próximo dos polos menor é a temperatura e quanto menor a latitude, ou seja, mais próximo do Equador, maior é a temperatura.

Professor - Muito bem. E outro elemento climático que o Marcos falou ali, é a pressão atmosférica. Pressão atmosférica é um elemento climático muito importante. E o que seria essa pressão atmosférica?

Isabel - A pressão atmosférica é a força exercida pela atmosfera é o peso do ar cima de nós.

Professor - Essa pressão atmosférica, ela não é única não é mesmo? Ou seja, ela não tem não tem o mesmo peso como ela colocou. Essa força, esse peso, não é tudo igual, ou seja, não é o mesmo peso em todos os locais. Ela tem uma diferença, ela vai variar de acordo com alguns fatores como por exemplo: a latitude, a altitude, a própria temperatura pode interferir nessa pressão atmosférica. Alguém pode falar alguma coisa para gente? Como que essa pressão atmosférica muda de acordo com a temperatura?

Priscila - Como você disse ela muda por causa da temperatura. Por exemplo quando a temperatura se eleva, ehh, a pressão atmosférica se contrai, ou seja, ela diminui, e quando e ela diminui porque o calor ela se eleva.
Quando a pressão atmosférica se expande é por causa que a temperatura está gelada por causa que o ar gelado ele é pesado,

Professor - Outro elemento que o Marcos citou ali é a chuva né. A chuva é um grande elemento climático, importantíssimo. Um elemento climático que vai servir para caracterizar o clima de um determinado local. Alguém pode dizer como é a formação da chuva? Como as chuvas se formam?

Lucas – Bom, primeiramente ocorre a evaporação das águas e essa água ela sobe até a atmosfera em forma de vapor, onde passa um tempo e ela se condensa, podendo virar chuva, gelo ou granizo. E aí com efeito da gravidade ela acaba retornando a Terra.

Professor - Ah legal.
E essa chuva, que é tão importante para gente né. Será que ela tem alguma relação com a vegetação?

Lucas - Sim, ahh, como é que é.... a evapotranspiração que é responsável pela da maior parte das chuvas, que é da água que é evaporado para atmosfera.

Professor – Ahh, então você está dizendo que a vegetação é responsável pela formação de chuvas?

Lucas – Isso.

Professor – Então quer dizer que, se a gente destrói a vegetação a gente estará também contribuindo para diminuir a quantidade de chuvas?

Lucas – Isso, porque a gente está alterando as condições favoráveis para formação de chuva.

Professor - Então qual é o conselho que poderíamos dar para as pessoas?

Maria – “.....” (Inaudível).

Professor – E.....

Professor - Plantar árvores né. Se ela contribui, nós temos que cada vez mais, plantar árvores. Essas chuvas que ocorre ao longo dos anos dos meses, elas dependendo do local que ela ocorre, dependendo da forma, do local que elas originam, elas têm um tipo de formação. Quando você assiste no jornal, no telejornal às vezes eles falam como foi essa formação de chuva. Você pode elencar para nós alguns tipos de chuva de acordo com a sua formação?

Priscila - Ela pode ser uma chuva orográfica que é quando a massa de ar, ela é impedida pela montanha e por isso ela é obrigada a se levar e ela se encontra com uma outra massa de ar que juntas formam chuva.

Professor – Tem alguma outra formação de chuva?

Marcos – Frontal, são duas massas de ar, uma massa de ar quente e uma massa fria, que elas juntas uma força, que unem uma força.

Professor – Ah tá. Então é que a gente aquilo que a gente viu na TV diariamente né. Ah vai vir uma frente fria, ou uma frente quente né. Então é quando vai ocorrer, por exemplo se o tem uma frente quente ou uma frente fria e ocorreu uma chuva depois a gente já saberá que ocorreu uma chuva frontal.

Professor - Nas áreas urbanas, principalmente nas grandes cidades pode ocorrer um fenômeno chamado de ilhas de calor. Quem pode falar para nós sobre ilhas de calor?

Priscila – Ilhas de calor são concentrações de ar quente nos centros urbanos em relação às áreas rurais, isso é devido a por exemplo aos asfaltos, calçadas, construções e principalmente devido à falta de vegetação, que faz essa temperatura elevar

Professor – Olha, novamente nós temos que plantar árvores né. A vegetação pode diminuir então esse efeito da ilha de calor né.

Dentro da climatologia, quando a gente estuda climatologia uma coisa é muito importante para gente acompanhar o clima, a gente chama de climograma. O que é um climograma?

Madalena - É um gráfico que mede a quantidade de chuva em um determinado mês ou ano.

Priscila - Ela é usada para grandes cidades para você poder ter um monitoramento. Normalmente é medido a temperatura e umidade do ar são os principais.

Professor – Então o climograma, ele representa um tipo de clima em determinado local baseado na temperatura média de um local e a quantidade de chuva que caiu né.

Aí nós estamos falando de climatologia, estamos falando de elementos climáticos, fatores climáticos e tudo isso, quando a gente fala de climatologia não podemos deixar de falar sobre uma estação meteorológica. O que seria uma estação meteorológica.

Lucas – A estação meteorológica é um conjunto de aparelhos e sensores responsável por captar e medir os dados climáticos.

Professor - Muito bem, e dentro dessa estação meteorológica existe vários equipamentos, vários instrumentos. Claro, sabe-se que existe estação meteorológica automática e existe estação meteorológica convencional. Aqui no nosso projeto nós já fizemos alguns instrumentos de forma convencional e também já construímos uma estação meteorológica de forma automática né.

Mas vamos lembrar uma estação meteorológica convencional, dos equipamentos que tem nela. Por exemplo eu sei que numa estação meteorológica tem um termômetro. Tem termômetro em uma estação meteorológica?

Madalena – Sim

Professor – E para que serve o termômetro?

Priscila – Ele mede a temperatura.

Professor – Temperatura.

Professor – Tem pluviômetro na estação meteorológica?

Madalena – Tem, ele mede a quantidade de chuva em milímetros.

Professor – Muito bem. Que outro equipamento tem numa estação meteorológica?

Maria – Tem o barômetro, que mede a pressão do ar e milibares.

Madalena – E tem a biruta que mede a direção do vento.

Professor – Tem mais algum instrumento na estação meteorológica que nós não falamos?

Lucas – O anemômetro, que mede a velocidade dos ventos.

Professor – Muito bem.

Priscila – Em metros quadrados.... Não.

Priscila e Lucas – Em metros por segundo ou em km/h.

Professor – Isso, muito bem. Tem psicrômetro na estação meteorológica?

Isabel – Sim, ele mede a umidade do ar.

Professor – Legal.

Professor – E, não podemos esquecer também que.... como aaaa... Madalena falou que o pluviômetro mede a quantidade de chuva, ou seja, a quantidade de água que cai da atmosfera. E qual o equipamento que mede a quantidade de água que vai para atmosfera. Sai do solo e vai para atmosfera.

Mateus – O evaporímetro né!

Professor – Evaporímetro. Então o evaporímetro serve para quê?

Mateus – Para medir a quantidade de água que evapora num determinado período.

Professor – Muito bem. Então vocês viram que a estação meteorológica, elas têm vários equipamentos, e muitos deles nós construímos aqui né, de forma artesanalmente né, alguém lembra aí, de algum que nós construímos de forma artesanal?

Maria – Anemômetro.

Professor – O que, que a gente usou para fazer o anemômetro?

Maria – Garrafa PET, palito e tampa de garrafa

Priscila – O pluviômetro também.

Professor – pluviômetro também usou.....?

Priscila – O pluviômetro a gente usou uma garrafa PET, cimento e uma régua transparente.

Professor – Alguém lembra de outro equipamento?

Mateus – Tem o barômetro, que a gente usou um recipiente de vidro, um balão e um canudo.

Professor – Muito bem.

Professor – E nós também construímos uma estação meteorológica automática. Alguém lembra o que a gente usou para construir essa Estação automática

Priscila – A gente usou o Arduino, a gente usou também materiais de PVC.

Maria – Um cabo de vassoura

Priscila – A gente usou sensor também né.

Professor – Que sensor hein, que nós usamos?

Lucas – BMP 280 e o AHT20

Professor – Hum, muito bem. Alguém lembrou, cabo de vassoura né, tubo de PVC.

Priscila – Aquela caixinha.

Professor – Uma caixa, para que servia a caixa mesmo

Maria – Para proteger dos raios solares e da chuva.

Professor – Muito bem.

Professor – Então assim, vocês fazem parte de um projeto de iniciação científica. E um dos objetivos principais do projeto de iniciação científica é a pesquisa e posteriormente a divulgação em um artigo científico. Então vocês sabem o que é um artigo científico? Já leram algum artigo científico? Como é que é isso?

Lucas – O artigo científico é um trabalho, no qual apresenta os resultados, os métodos e os objetivos que uma determinada pesquisa tinha. E esse trabalho é normalmente postado em sites e em revistas especializadas, como sites científicos e tal.

Professor – alguém consegue lembrar o que..., algum passo a passo que nós temos que colocar nesse artigo científico?

Maria – O método, o objetivo os resultados.

Lucas – As referências.

Priscila – Conclusão.

Professor – Hum, muito bem. Legal

Priscila – Tem que ter o resumo.

Professor – Isso muito bem. E assim, para encerrar né. Eu sei que vocês têm muita coisa para falar aí né. Mas para encerrar.

Professor – Ehh, mudanças climáticas. Qual seria o seu conhecimento sobre mudanças climáticas. O que é? Como ocorre? Quais as consequências? O que que a gente poderia fazer para diminuir essas mudanças climáticas?

Pode falar qualquer coisa sobre mudanças climáticas

Lucas – Bom as mudanças climáticas estão ocorrendo com Maior frequência principalmente devido as ações do homem, como desmatamento poluição e o expansionismo urbano.

Professor – Alguma consequência que você pode elencar aí de, dessas mudanças climáticas.

Priscila – Podem ser as queimadas eh... a perda da biodiversidade.

Lucas – O aumento da temperatura, o derretimento das calotas polares o a redução das chuvas.

Priscila – Erosão é... desabamento.

Professor – Vocês viram que essas ações né claro que as mudanças climáticas elas já ocorreram outras vezes, por causas naturais. Mas é um processo muito lento e o homem, ele acelerou esse processo. Então se é o homem que está acelerando esse processo, o que o homem devia fazer para diminuir esse processo de mudanças climáticas?

Lucas – Buscar por fonte de energia limpa.

Madalena – Não desmatar.

Maria – Plantar árvores.

Priscila – Buscar energias renováveis.

Mateus – Diminuir a emissão de CO2.

Professor – Muito bem. Alguém mais quer falar alguma coisa sobre climatologia? Alguma coisa que nós esquecemos de falar e que você está lembrando agora?

Lucas – Bom, vale ressaltar que a climatologia vai ser um dos principais temas de debates. Tanto nas Ongs, quanto em ações futuras. Pois é uma coisa que está mais presente e mais fácil de ser vista atualmente.

Professor – Ah sim.

Priscila – Mas já tem sido discutido, só as pessoas que não ligam.

Lucas – Exatamente se as pessoas não ligam é porque não impactou elas. Não é que não impactou. É uma coisa que não impacta ela diretamente. Agora conforme as coisas for piorando aí sim.

Professor – Agora eu gostaria de ouvir um depoimento né.... De vocês.... Nós já estamos caminhando para reta final do ano. E vocês que estão participando desse projeto estação meteorológica né.

Eu gostaria que se alguém conseguir falar alguma coisa né. Se você aprendeu alguma coisa nesse projeto? Se foi legal? Se é importante? Ajudou alguma coisa? Contribuiu com alguma coisa? Quem quer falar? Seja espontâneo.

Madalena – Confesso que no começo eu vim mais para sair de noite, Só que eu achei as aulas muito incríveis, e eu descobri algo que eu não sabia, que era a diferença de tempo e clima.

Professor - Ah que legal

(Todos com risos)

Professor – Bacana

Priscila – Diz aí qual a diferença?

(Todos com risos)

Madalena – Tempo é algo momentâneo, e clima é algo que é monitorado por meses e meses. Exemplo de tempo é chuva, é granizo. Ehhh clima é temperado, semiárido....

Professor – Alguém mais aí tem alguma coisa do projeto? Vocês..., alguns já leram vários artigos já escrevam né? Resumo científico.... Como é que foi isso hein?

Priscila – Foi bem chato.

(Todos em risos)

Priscila e Lucas. – Brincadeira rsrs – Foi uma experiência legal.

Priscila – Passar bastante tempo pesquisando vários outros artigos para usar como referência.

Lucas – Quebrando a cabeça para escrever.

Priscila – E as vezes não podia usar como referência.

Professor – Bem a gente sabe que escrever não é uma tarefa fácil.

Maria – O trabalho de programação que a gente aprendeu.

Priscila – É verdade, a programação que a gente aprendeu.... A gente não né, eles

Mateus – A gente aqui.

Lucas – Quanto tempo?

Professor – Cinco meses.

Mateus e Lucas – Cinco meses ...

Professor – A gente sabe ... Como a Priscila falou: que é chato. Realmente, escrever não é fácil para ninguém. Não é fácil para vocês. Não é fácil para mim. Se você perguntar para todos os outros professores, ou falar vamos escrever alguma coisa séria, alguma coisa científica. Isso é extremamente difícil. Nunca foi fácil para ninguém. Ou pelo menos para a maioria das pessoas é muito difícil. Mas vocês estão conseguindo, estão escrevendo né. Estão publicando, nós vamos ter já uma publicação aí nos anais do evento lá de Cáceres. Isso vai ser muito bacana já vai ter uma publicação nossa lá, e nós vamos fazer mais outras publicações logo. Então é muito bacana.

Professor – Alguém quer fazer alguma consideração final?

Todos os alunos – Não.

Professor e alunos – Tchau.

Artigo aceito para publicação, mas ainda está em editoração.

ANÁLISE DA VARIAÇÃO TERMO HIGROMÉTRICA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE COLÍDER POR TRANSECTO MÓVEL

Rinaldo Marques Padilha
Iramaia Jorge Cabral de Paulo

Analysis of thermo-hygrometric variation in the urban area of the municipality of colíder through mobile transect

RESUMO:

Os estudos sobre climatologia urbana, que inicialmente ocorreram nos grandes centros, atualmente se expandem para as pequenas cidades. Entretanto, ainda se concentram em municípios próximos aos centros de pesquisa, deixando uma lacuna de informações no interior dos estados. O objetivo deste artigo foi diagnosticar a existência de ilhas de calor na área central do município de Colíder. Para a execução da pesquisa, foram coletadas informações de temperatura e umidade do ar em 10 pontos da cidade, por meio de transecto móvel no início das estações do verão, inverno e primavera. Os transectos ocorreram nos períodos matutino, vespertino e noturno. Nesse estudo, foram diagnosticadas ilhas de calor de intensidade fraca e moderada em todos os períodos nas áreas centrais do município e ilhas de calor de intensidade forte no período noturno no início do inverno. A pesquisa corrobora que, até mesmo em cidades de pequeno porte, são necessários estudos de planejamento urbano a fim de mitigar os problemas de conforto térmico.

Palavras chave: Ilhas de calor. Temperatura do ar. Clima urbano.

ABSTRACT: Studies on urban climatology, which initially took place in major urban centers, are now expanding to smaller towns. However, they still focus on municipalities near research centers, leaving a gap in information in the interior of states. The objective of this article was to diagnose the existence of heat islands in the central area of the municipality of Colíder. For the execution of the research, temperature and air humidity data were collected at 10 points in the city through a mobile transect at the beginning of the summer, winter, and spring seasons. The transects took place in the morning, afternoon, and evening periods. In this study, weak and moderate intensity heat islands were diagnosed in all periods in the central areas of the municipality, and strong intensity heat islands were found in the evening period at the beginning of winter. The research corroborates that, even in small towns, urban planning studies are necessary to mitigate thermal comfort problems.

Keywords: Heat islands. Air temperature. Urban climate.

RESUMEN: Los estudios sobre climatología urbana, que inicialmente se realizaron en los grandes centros, actualmente se están expandiendo a las pequeñas ciudades. Sin embargo, todavía se concentran en municipios cercanos a los centros de investigación, dejando una brecha de información en el interior de los estados. El objetivo de este artículo fue diagnosticar la existencia de islas de calor en el área central del municipio de Colíder. Para la ejecución de la investigación, se recolectaron datos de temperatura y humedad del aire en 10 puntos de la ciudad, a través de un transecto móvil al inicio

de las estaciones de verano, invierno y primavera. Los transectos se realizaron en los períodos matutino, vespertino y nocturno. En este estudio, se diagnosticaron islas de calor de intensidad débil y moderada en todos los períodos en las áreas centrales del municipio y islas de calor de intensidad fuerte en el período nocturno al inicio del invierno. La investigación corrobora que, incluso en ciudades pequeñas, son necesarios estudios de planificación urbana para mitigar los problemas de confort térmico.

Palabras clave: Islas de calor. Temperatura del aire. Clima urbano.

INTRODUÇÃO

As cidades vêm passando por transformações na forma de produção do espaço urbano, utilizando incessantemente o concreto armado, o asfalto e as estruturas metálicas. Quando o crescimento vertical no centro da cidade se torna inviável, a indústria da verticalização migra para as áreas mais afastadas do centro, mas sem que se perca a ligação com as construções antigas. O aumento por vezes descontrolado das áreas urbanas, acaba promovendo a diminuição de áreas verdes e conseqüentemente o aumento da impermeabilização do solo.

Esse crescimento urbano, que muitas vezes não é acompanhado de planejamento para minimizar os danos ambientais e o impacto na qualidade de vida dos munícipes, acaba por contribuir para o aumento da temperatura, redução da umidade relativa do ar e, conseqüentemente, a formação de ilhas de calor. Howard, no século XIX, apresentou pela primeira vez estudos que evidenciaram a diferença de temperatura entre o centro urbano e a zona rural de Londres (Alcoforado, 2010). Entretanto, os estudos sobre ilhas de calor passaram a ser sistemáticos a partir da segunda metade do século XX. Podemos destacar, entre outros autores, Chandler (1968 e 1976), Monteiro (1976), Böhm (1979) e Oke (1973, 1987 e 1995).

Durante o século XXI, vários pesquisadores desenvolveram estudos sobre o clima urbano, diagnosticando ilhas de calor em diversas cidades do mundo. Entre eles, citamos Monteiro e Mendonça (2003), Gartland (2010), Stewart e Oke (2012) e Amorim (2020). Em todas as pesquisas, além do diagnóstico, os autores propõem sugestões para a mitigação do aquecimento urbano e a diminuição do impacto na qualidade de vida das pessoas. Esse fenômeno tem sido estudado ao longo de várias décadas em grandes centros urbanos e, nos últimos anos, também passou a ser pesquisado em cidades de pequeno e médio porte (Alves, 2017; Amorim, 2020; Aleixo et al., 2021). Essas cidades têm intensificado os estudos climáticos, e sua importância é justificada pelo fato de estarem em pleno desenvolvimento, podendo, num futuro próximo, crescer com planejamento urbano, a fim de evitar vários problemas, sobretudo em relação ao clima e ao conforto térmico.

A primeira pesquisa realizada sobre clima urbano em Mato Grosso foi desenvolvida por Maitelli et al. (1991), quando os autores identificaram a ocorrência de ilha de calor em Cuiabá. Posteriormente, Zamparoni e Lombardo (1995), constatarem ilhas de calor em Barra do Bugres e Tangará da Serra, no interior do estado. Desde então, a maioria dos estudos sobre ilhas de calor estão concentrados na região metropolitana

de Cuiabá, tendo como principal metodologia o uso de transectos móveis utilizando sensores acoplados em automóveis, como podem ser evidenciados nas pesquisas de Pinho (2003), Santos (2012, 2013), Neto e Amorim (2017), Paula et al. (2019), Lima et al. (2021), Chegury, Justi e Nogueira (2022) e Lima (2023).

No interior de Mato Grosso, as pesquisas sobre ilhas de calor estão concentradas majoritariamente no município de Sinop a partir dos estudos de Gheno, França e Maitelli (2012) que analisaram as variações microclimáticas na área urbana de Sinop/MT no final do período chuvoso, seguido pelas pesquisas de Zavitoski (2018), Araújo (2021) e Araújo et al. (2022). O diagnóstico de Ilhas de calor utilizando metodologia por transecto móveis, também foi desenvolvido na cidade de Sorriso por França (2014 e 2017).

De forma geral, as pesquisas sobre ilhas de calor em Mato Grosso foram realizadas em cidades de médio ou grande porte. Com exceção dos estudos de Zamparoni e Lombardo (1995), não há publicações sobre pesquisas em cidades de pequeno porte no estado. Essa lacuna de informações precisa ser preenchida para contribuir com o crescimento ordenado de cidades pequenas, especialmente no que diz respeito ao uso do solo em áreas urbanas.

O município de Colíder (MT) não possui uma estação meteorológica oficial, o que resulta na ausência de dados sobre temperatura, umidade do ar, pluviosidade e outros elementos climáticos. Essa falta de informações impede que a comunidade acadêmica realize pesquisas detalhadas sobre o clima local. Essa carência de dados justifica a necessidade da presente pesquisa sobre o clima urbano e o diagnóstico de ilhas de calor na área central da cidade.

Portanto, o objetivo deste artigo foi diagnosticar a existência de ilhas de calor na área central do município de Colíder e discutir a relação entre a ocupação e o uso do solo como fatores dominantes para o aumento da temperatura na zona urbana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na área urbana do município de Colíder, localizado a 630 km de Cuiabá na região Norte do Estado de Mato Grosso, apresentando uma altitude média de 310 metros (Figura 1). A área territorial do município corresponde a 3.112,091 km² (IBGE 2022), e seu perímetro urbano compreende pouco mais de 15 km². Sua população de acordo com o censo em 2022 é de 31.370 pessoas (IBGE 2022).

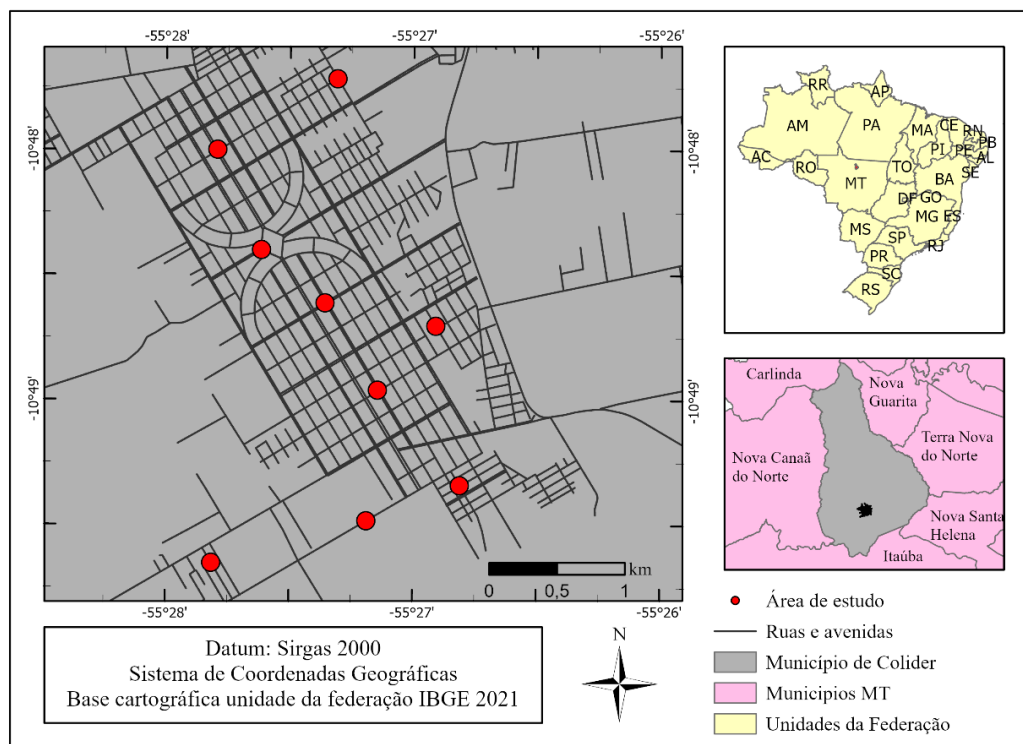


Figura 1 - Localização do município e área de estudo. **Fonte:** o autor, (2024).

O clima da região é o tropical continental semiúmido do tipo Am, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com quatro a cinco meses secos durante o ano. Segundo Padilha (2020), as temperaturas médias anuais oscilam entre 25°C e 26°C com máximas entre 36°C e 38°C, e médias pluviométricas em torno de 2.033 mm por ano. De acordo com Mendes (2009), Mato Grosso sofre a influência de três massas de ar: Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Tropical Continental (mTc) e Massa Polar Atlântica (mPa).

A mEc, que atua praticamente o ano inteiro na área de estudo, origina-se na Amazônia, região com intensa evapotranspiração. Ela proporciona altas temperaturas, baixas pressões atmosféricas e forte evaporação, justificando a grande quantidade de precipitações na maior parte do ano (Mendes, 2009). A mTc, atuando com menor intensidade principalmente durante o inverno, contribui significativamente para as maiores temperaturas máximas registradas anualmente, acompanhadas de tempo seco. A mPa, esporadicamente ocorre nos meses de junho ou julho provocando o fenômeno da friagem ocasionando quedas de temperatura com duração de três ou quatro dias.

Assim como a maioria dos municípios do Brasil, Colíder é uma cidade de pequeno porte (Silva, 2022). Embora não tenha grandes indústrias, edifícios e circulação de ônibus e caminhões, a cidade possui uma área central com intensa ocupação urbana, resultado de construções de diversos ramos comerciais que, de forma geral ocupam todo o terreno (Figura 2). Em alguns casos na parte da frente tem uma construção comercial e nos fundos possui uma residência dos proprietários, com poucos quintais

e muitas vezes esses quintais foram impermeabilizados com calçadas ou cobriram o solo com pedra brita.

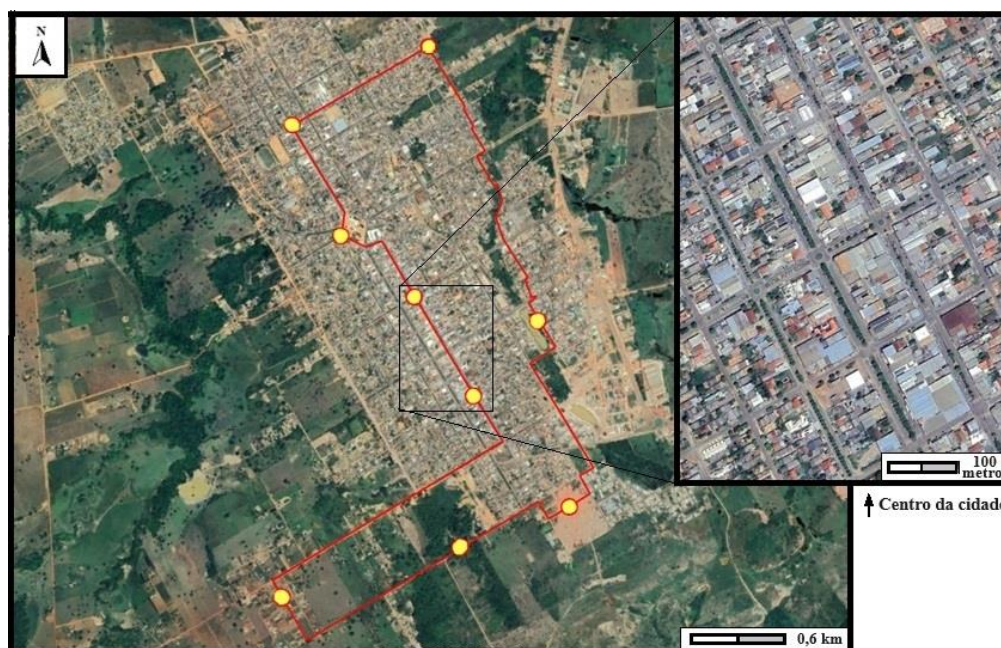


Figura 2. Trajeto do transecto com destaque para área urbana central do município.

Fonte: o autor (2024), adaptado do Google Earth Pro.

A densidade de construções na área urbana diminui proporcionalmente à medida que se afasta da área central em direção aos bairros mais distantes. Assim, os pontos de coleta de dados para análise estão distribuídos em um trajeto que começa na área central, onde há maior circulação de pessoas e veículos e maior densidade de construções urbanas. Os demais pontos passam pela avenida mais movimentada em direção às áreas residenciais da periferia urbana, áreas com solo exposto, lago, praça, e retornam ao ponto inicial no centro da cidade.

O trajeto foi escolhido devido aos diferentes tipos de ocupação e uso do solo presentes no município. Em cada ponto do trajeto, foi realizada uma classificação da cobertura do solo utilizando imagens de satélite de alta resolução disponibilizadas pelo software Google Earth Pro, analisando um raio de influência de 150 metros no entorno de cada ponto. Para a produção dos mapas da área de estudo, foi utilizado o software ArcGIS Pro na versão gratuita para avaliação. Para a produção do mapa de ilha de calor, foram utilizados os dados de temperatura apenas do transecto do dia 21/06/2023.

Para a classificação da cobertura e uso do solo, a área foi dividida em seis classes: água, gramínea, vegetação arbórea, vegetação arbórea + gramínea e solo exposto. Para as áreas cujo solo está coberto por água, foram consideradas as áreas de lagos artificiais e piscinas. Na classe área construída, foi considerada toda a área com construções de cimento e concreto armado, asfaltos, calçadas e solo coberto propositalmente com pedras. Como gramínea, foram consideradas as áreas cobertas com grama de jardim e pastagem de capim, podendo estar intercaladas com pequenas vegetações rasteiras. Na classe vegetação arbórea, foram incluídas as

áreas compostas por árvores nativas ou plantadas, sejam elas de reflorestamento ou pequenas vegetações rasteiras. Para a classe vegetação arbórea, foram consideradas as áreas compostas por árvores nativas, ou plantadas sejam elas de reflorestamento ou ornamentais. A classe vegetação arbórea + gramínea foi considerada como as áreas compostas por árvores esparsas, geralmente plantadas em canteiros de avenidas ou em quintais. No solo ao redor, há vegetação rasteira composta majoritariamente por grama de jardim. A classe de solo exposto inclui áreas que não apresentam construções nem qualquer tipo de vegetação.

Instrumentação e coleta de dados

Para a coleta de dados, foram utilizados instrumentos desenvolvidos pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (PGFA) da Universidade Federal de Mato Grosso. O equipamento está dividido em duas partes: a primeira parte consiste em um *data logger*, composto por uma placa controladora *Raspberry Pi*, equipada com um cartão de memória que registrava os dados a cada minuto e um módulo de comunicação Wi-Fi, conectado via internet com o PGFA em Cuiabá (Figura 3). O *data logger* era alimentado por uma fonte de 5 V, que foi conectada ao veículo durante o trajeto.



Figura 3. *Data logger*. Fonte: o autor.

A segunda parte consiste em um sensor BME280 que pode medir a temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica. O BME280 é alimentado com 3,3V e tem uma faixa de operação para a temperatura entre - 40°C à 85°C, com uma precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$. A umidade relativa do ar pode ser medida em uma faixa entre 0% e 100%, com uma precisão de $\pm 3\%$. Para a pressão atmosférica ele pode medir entre 300 à 1100hPa com uma precisão de $\pm 1\text{hPa}$, no entanto, para essa pesquisa os dados de pressão atmosférica não foram utilizados. O Sensor estava protegido em abrigo meteorológico, produzido em impressora 3D (Figura 4).

Para a calibração do sensor e validação dos dados, o conjunto de *data logger* e o BME280 com o abrigo meteorológico, foi instalado ao lado de uma estação meteorológica com sensor de umidade e temperatura HUMICAP® HMP155 da

Vaisala, durante 30 dias, para que eles pudessem medir as mesmas variáveis e posteriormente gerar um coeficiente de calibração.

O abrigo meteorológico foi fixado na carroceria do veículo a uma altura de 2 metros do chão (Figura 5). Os sensores estavam conectados via cabo ao *data logger* que permaneceu dentro do veículo durante todo o trajeto.



Figura 4. Abrigo meteorológico
Fonte: o autor



Figura 5. Veículo equipado com sensores
Fonte: o autor

O veículo percorreu o trajeto em uma velocidade média de 30 km/h, nunca ultrapassando 40 km/h. Todo o percurso foi realizado dentro do período de uma hora. O transecto foi dividido em 10 pontos iniciando na área central de acordo com a ilustração (Figura 2), sendo o ponto 10 o mesmo local do ponto 1, porém com informações registradas uma hora depois do início do trajeto.

A Organização Mundial de Meteorologia recomenda que os registros de dados em pesquisas devem ocorrer às 00 h, 06h, 12 h e 18 h GMT (*Greenwich Meridian Time*), para que sejam feitas leituras simultâneas em toda a superfície do globo terrestre (Valin Jr; Santos, 2020). Como o município de Colíder está localizado no fuso horário - 4, as coletas de dados foram realizadas por meio de transecto móvel nos horários das 08h (12h GMT), 14h (18h GMT) e as 20h (00h GMT).

O monitoramento ocorreu em quatro dias específicos que contemplavam as quatro estações astronômicas do ano, de acordo com Santos (2013) e Chegury, Justi e Nogueira (2022), com o objetivo de analisar as similaridades entre as estações. Os transectos foram realizados no início de cada estação, iniciando no dia 21 de dezembro de 2022 (solstício de verão), 20 de março de 2023 (equinócio de outono), 21 de junho de 2023 (solstício de inverno) e 23 de setembro de 2023 (equinócio de primavera). De acordo com Oke (1982), os registros dos dados devem ocorrer em condições atmosféricas ideais, ou seja, céu limpo e ventos fracos. Um dos dias escolhidos para os transectos (20/03/2023) apresentou precipitação atmosférica, permanecendo com céu encoberto por nuvens durante a maior parte do dia. Por conta disso, os dados dessa data foram excluídos da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analizando a ocupação do solo e relacionando com a temperatura e umidade relativa do ar em cada ponto, temos os seguintes dados. O ponto 1 é a área mais central da cidade, tendo o maior percentual de área construída totalizando 90,05% (Figura 6). Esse ponto resulta em prédios (a maioria de um pavimento) para uso comercial, mas também agrega construções para fins residenciais, geralmente nos fundos das lojas, onde grande parte dos proprietários lojista residem. É também a área onde predomina a maior circulação de pessoas e veículos, sendo esta a área com maior índice de impermeabilização do solo.

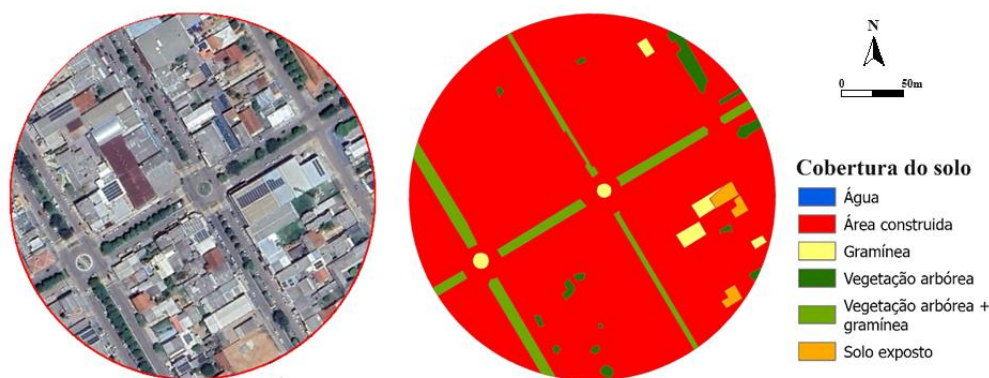


Figura 2. Ponto de análise 1. **Fonte imagem:** Google Earth Pro.
Fonte mapa uso solo: o autor (2023).

A temperatura média para o período da manhã, considerando o início da estação de verão, ficou em torno de 27,3°C, oscilando entre 23,3°C no dia 21 de dezembro de 2022 e 31°C no dia 23 de setembro de 2023 (Figura 7). Durante a tarde, a média foi de 33,2°C, variando entre 27,2°C e 38,1°C nas mesmas datas. Para o período da noite, a temperatura média foi de 26,5°C, oscilando entre 24,3°C no dia 21 de junho de 2023 e 30,6°C em 23 de setembro de 2023.

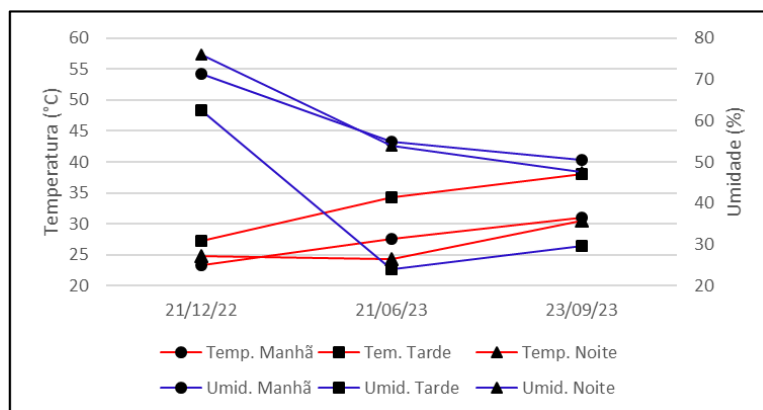


Figura 3. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 1. **Fonte:** o autor

Esse ponto registrou a maior média de temperatura durante o dia (manhã e tarde) durante o período da pesquisa. Jaiswal et al. (2023) justificam que, por se tratar de uma região mais densamente ocupada e com maior fluxo de veículos e pessoas, a temperatura tende a ser mais elevada nesses horários. A umidade relativa do ar para o ponto ficou em torno de 52%, sendo o dia 21 de dezembro o mais úmido, com média diária de 70%. Já o dia com menor umidade relativa do ar foi 23 de setembro, com média de 42,5%, com destaque para o horário das 14h, que registrou umidade inferior a 30%.

O ponto 2 encontra-se na área centro-sul da cidade, ao lado do estacionamento de um grande supermercado e de um posto de combustíveis. É uma área densamente construída (83,46%) (Figura 8), ocupada por edificações comerciais com prédios predominantemente de apenas um pavimento, além de residências com alta impermeabilização do solo. Esse ponto apresenta grande circulação de pessoas e veículos, e conta com poucas áreas verdes.

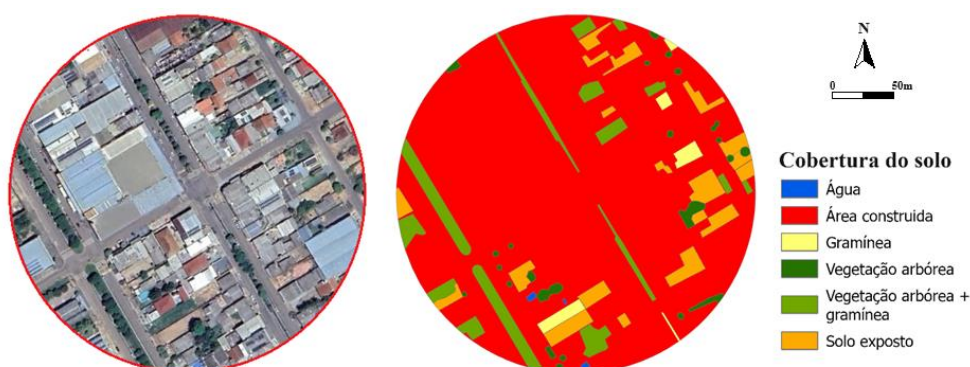


Figura 4. Ponto de análise 2. **Fonte imagem:** Google Earth Pro.
Fonte mapa uso solo: o autor (2023).

A temperatura média para o ponto 2 ao longo do período de monitoramento foi de 26,8°C no período da manhã, variando entre 23,2°C e 29,7°C. Para o período da tarde, a temperatura média foi de 33,1°C entre os meses de coleta, oscilando entre 27,2°C e 37,7°C. Durante a noite, foi registrada a maior temperatura no mês de setembro (30,7°C), contribuindo para formar a maior média térmica noturna entre os pontos monitorados (27,1°C).

A umidade relativa do ar do ponto 2 teve comportamento semelhante ao do ponto 1, com valores altos no primeiro dia de coleta (70,1% de média diária em dezembro). Nos meses finais da pesquisa, a umidade do ar registrada foi baixa, com médias diárias de 39,9% em junho e 42,8% em setembro. A tarde do solstício de inverno registrou uma umidade relativa do ar de apenas 23,1% (Figura 9). As duas últimas estações do ano foram determinantes para colocar esse ponto com a menor média de umidade relativa do ar (50,8%).

Assim como o ponto 1/10, o ponto 2 representa áreas no centro da cidade com extensa impermeabilização e pavimentação do solo, maior densidade de comércios e domicílios e menor cobertura vegetal arbórea (Aleixo et al., 2021).

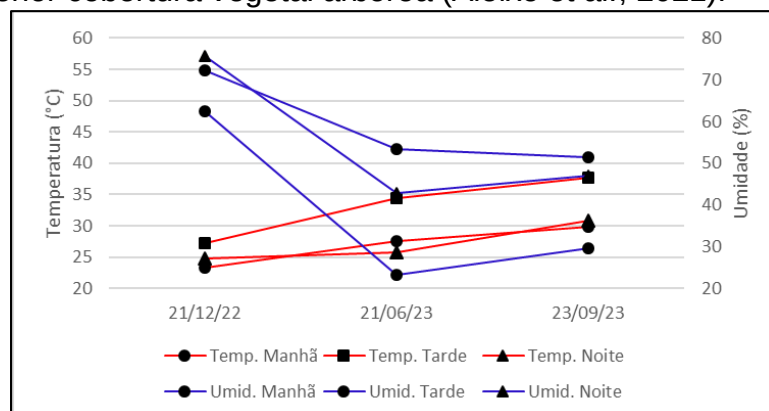


Figura 5. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 2. **Fonte:** o autor.

O ponto 3 está localizado em um bairro distante do centro da cidade, que até pouco tempo atrás era considerado uma área rural. Trata-se de um loteamento que teve início de forma irregular, não contando com infraestrutura planejada, como rede de esgoto, água tratada e asfalto. As ruas, que apresentam pouca circulação de veículos, são todas de chão batido e mais estreitas em comparação às do centro da cidade, não possuindo calçadas de cimento nem mesmo grama no espaço destinado a elas. O bairro, que tem lotes grandes, é pouco habitado e apresenta uma baixa taxa de área construída (11,9%), com a maior parte do seu espaço (65,6%) ocupado por solo exposto (Figura 10)

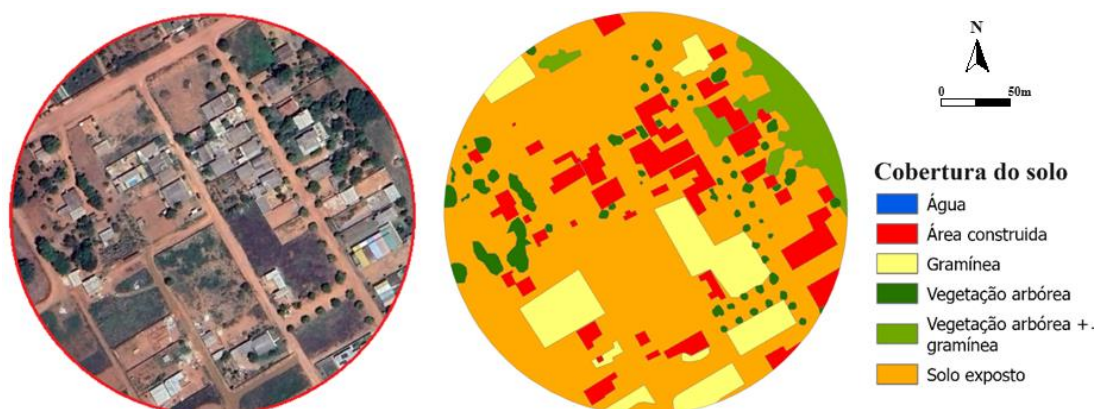


Figura 6. Ponto de análise 3.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

No período matutino, as temperaturas ficaram com médias de 26,8°C. O dia 21 de dezembro foi o menos quente do ponto analisado, com 24°C, enquanto a maior temperatura ocorreu no mês de setembro, com 29,3°C.

No período da tarde, as médias térmicas foram de 33°C, valores semelhantes ao ponto 2, que conta com muita área construída, asfalto e grande circulação de veículos. O destaque ficou para o dia 23 de setembro, que registrou 38,3°C, evidenciando que o solo exposto tem grande poder de aquecimento rápido do ar. Segundo Porangaba *et al.* (2021), terrenos com solo descoberto e ruas de chão batido, assim como as edificações, tendem a induzir ao aumento da temperatura do ar. À noite, as temperaturas esfriaram mais rápido do que nos pontos anteriores, ficando com média de 23,9°C. A menor temperatura noturna para esse ponto foi registrada em 21 de junho, ficando em 20,5°C (Figura 11).

O valor médio da umidade relativa do ar para o ponto 3 no período pesquisado foi de 59,1%. O momento mais seco foi registrado no dia 21 de junho à tarde, com 24,7%. Já a hora com umidade do ar mais elevada (85,1%) ocorreu em 21 de dezembro durante a noite (Figura 11).

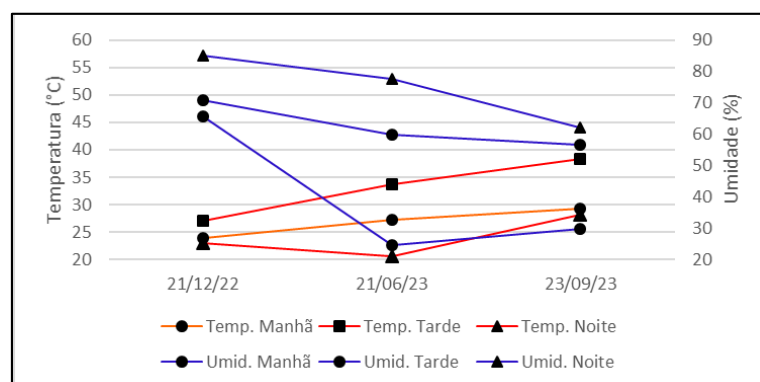


Figura 7. - Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 3. **Fonte:** o autor.

O quarto ponto analisado é uma área localizada na periferia da cidade, embora esteja localizado dentro do perímetro urbano, tem uma atividade essencialmente rural, com área de pastagem para a prática de pecuária e uma reserva de floresta remanescente do período anterior a colonização do município (Figura 12). A área é composta majoritariamente por vegetação arbórea cerca de 73%, seguida por 18% de pastagens (gramíneas) entre árvores. Essas características do local, colaboram para que haja uma pequena ilha de frescor em relação aos outros pontos analisados.

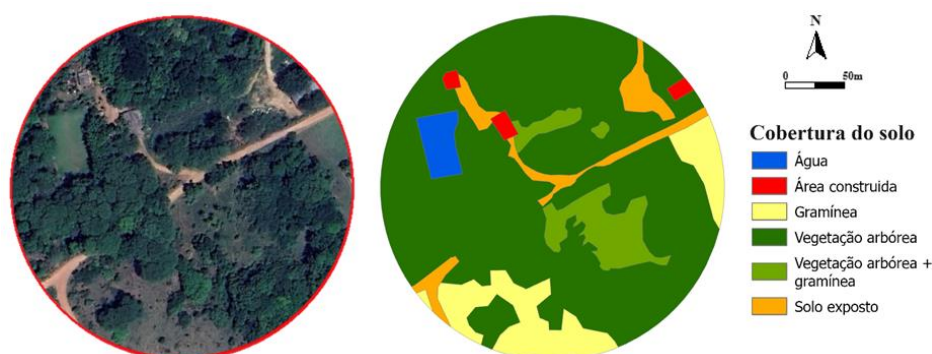
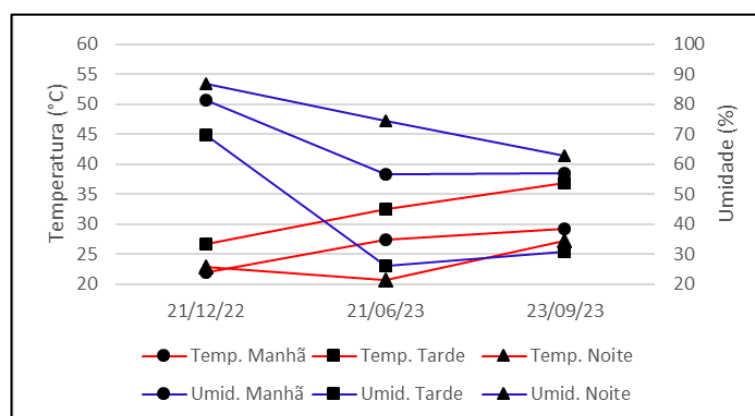


Figura 8. Ponto de análise 4.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

A temperatura média para o período da manhã foi de 26,2°C, com a menor temperatura registrada em 21 de dezembro (22°C) e a maior atingindo 29,2°C em 23 de setembro. À tarde, a menor temperatura também foi registrada em dezembro (26,6°C), e a maior temperatura foi registrada no dia 23 de setembro, quando mesmo estando em uma área bem arborizada, atingiu 36,9°C (Figura 13). Durante a noite, a média geral foi de 23,5°C, com o dia 21 de junho apresentando a menor temperatura para esse ponto (20,6°C). Rodrigues *et al.* (2020), Emery *et al.* (2021), Lima *et al.* (2021) e Jaiswal *et al.* (2023) utilizaram uma estação meteorológica fixa instalada em área rural para comparação com as temperaturas de pontos móveis em transectos, a fim de confirmar a existência de ilhas de calor. Como no município de Colíder não há uma estação meteorológica instalada, o ponto 4 foi considerado como área rural, devido ser o local com maior área verde e poucas edificações ou atividades humanas. Dessa forma, o ponto 4 foi adotado como referência rural, assim como em Teixeira e Amorim (2017), Porangaba *et al.* (2021) e Lima *et al.* (2021)

**Figura 9.** Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 4. **Fonte:** o autor.

Em relação à umidade relativa do ar, o ponto 4 apresentou a maior média, com 60,6%, considerando todos os dias de coleta de informações entre todos os pontos. A manhã e a tarde com maior percentual de umidade foram de 81,5% e 69,5%, respectivamente, e a noite mais úmida teve 86,8%. Todos os valores de maior umidade foram registrados no dia 21 de dezembro, que foi o dia mais úmido do período de coleta entre todos os pontos observados.

O ponto 5 é uma área reservada para um loteamento futuro. O local está sendo preparado por uma empresa imobiliária há vários anos e atualmente já conta com infraestrutura necessária para comercializar os lotes. Todas as ruas do futuro bairro residencial contam com asfalto, porém ainda não foram realizadas edificações de nenhuma natureza (Figura 14). O raio de abrangência da área da pesquisa só tem duas classes de uso do solo. São 17% de área construída que nesse caso está sendo

representada pelo asfalto das ruas, e 83% de solo exposto que compreende a área destinada aos terrenos do bairro.

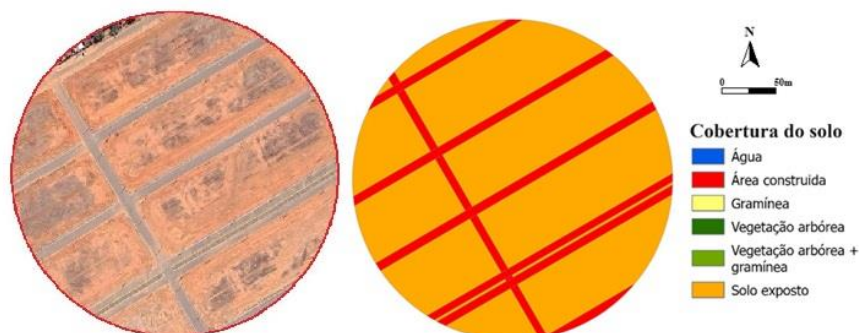


Figura 10. Ponto de análise 5.

Fonte imagem: Google Earth Pro. Fonte mapa uso solo: o autor (2023).

No período da manhã, a média de temperatura para o ponto 5 foi de 27°C, tendo a menor temperatura no mês de dezembro (22°C). A maior temperatura matutina para o ponto 5 foi de 30,8°C, registrada no dia 23 de setembro (Figura 15). Para o período da tarde, a média de todos os registros foi de 32,7°C. O dia mais quente entre os três monitoramentos foi o dia 23 de setembro, quando a temperatura alcançou 37,2°C. À noite, as médias de temperatura foram menores, ficando em torno de 25,2°C. A menor temperatura registrada, 23°C, foi observada em 21 de dezembro. No entanto, durante os registros dos meses de inverno e primavera, as temperaturas noturnas no ponto 5 ficaram acima da média da maioria dos pontos monitorados. As temperaturas mais elevadas ocorreram nas áreas com a presença de solo exposto, asfalto, alto índice de construção e menor percentual de vegetação (Aleixo et al., 2021).

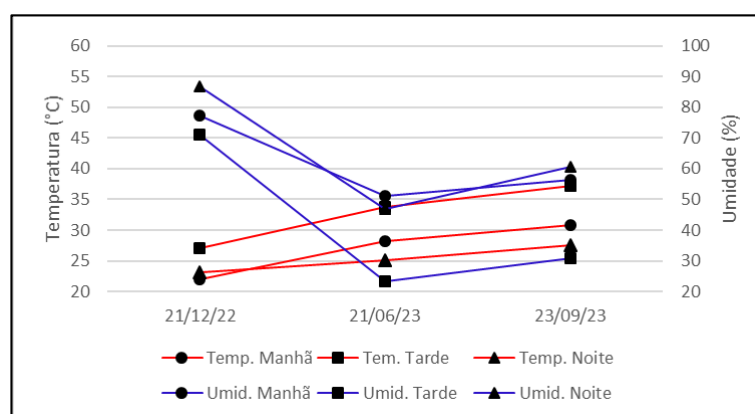


Figura 11. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 5. Fonte: o autor.

Para esse ponto, a umidade do ar no período da manhã foi de 61,6%. A manhã mais úmida ocorreu no dia 21 de dezembro, com umidade em torno de 77,4%. Já as manhãs dos dias 21 de junho e 23 de setembro registraram 51% e 56,4% de umidade, respectivamente. À tarde, a umidade média ficou em 41,8%, com o dia 21 de junho

registrando o momento mais seco entre os dias e horários da pesquisa nesse ponto (23,3%). Durante a noite, a média para a umidade do ar ficou em torno de 64,4%.

O ponto 6 é atualmente um dos cartões postais da cidade, muito visitado nos finais de semana, durante o dia e à noite. Trata-se de uma área com um lago artificial, com margens cobertas por gramíneas e algumas árvores concentradas principalmente no lado leste (Figura 16). A urbanização em torno do lago é intensa, com a maior parte do solo impermeabilizado e com construções residenciais de, em sua maioria, um pavimento. Poucas são as árvores nos quintais, onde os proprietários aproveitam ao máximo o terreno para moradia e/ou áreas de lazer.

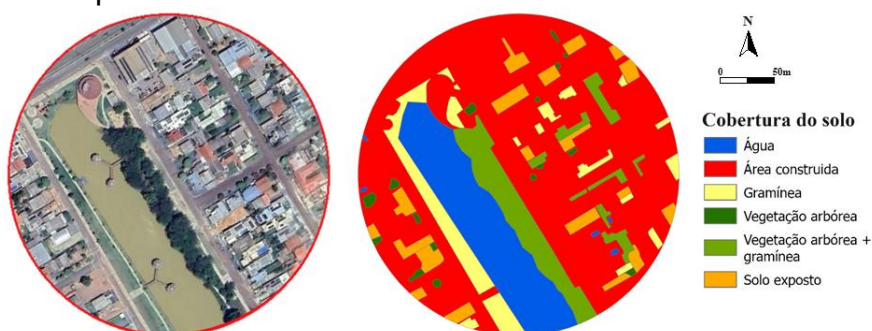


Figura 12. Ponto de análise 6.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

A temperatura no período da manhã ficou em torno de 22,5°C para o dia 21 de dezembro. Já nos dias 21 de junho e 23 de setembro, as temperaturas foram de 28,2°C e 31,6°C, respectivamente. Durante a tarde, foram registrados 26,8°C em 21 de dezembro, 33,8°C em 21 de junho e 37°C no dia 23 de setembro. Já durante a noite, as temperaturas oscilaram entre 23,7°C e 28,4°C, ficando com média de 25,5°C (Figura 17).

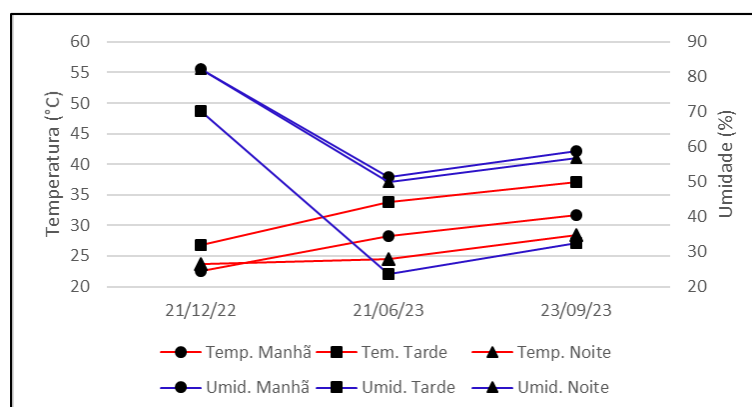


Figura 13. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 6. **Fonte:** o autor.

A umidade do ar nesse ponto foi elevada no mês de dezembro, com média de 78,1% nos três períodos do dia (Figura 17). Já nos meses de junho e setembro, a umidade ficou baixa, com média de 41,5% e 49,2%, respectivamente, durante os três turnos do dia. Esse último período foi caracterizado por meses quentes e secos, e o fato do

ponto 6 estar localizado às margens de um lago artificial não foi suficiente para ter uma umidade do ar maior em relação aos outros pontos.

O sétimo ponto de análise está localizado no setor Norte da cidade. Sendo um bairro residencial, conta com várias casas com quintais grandes e poucas árvores nos terrenos. Em muitos lotes, os proprietários impermeabilizaram o solo com calçadas, em outros casos, cobriram com pedra brita e, em alguns, o solo ficou exposto. O percentual de área construída é de 39,5% e está concentrado no lado oeste (Figura 18). No lado leste, predomina uma área de pastagens com árvores esparsas que juntas somam pouco mais de 30%. Ainda do lado leste, há uma grande área de solo exposto que, juntas com as áreas de quintais, somam 23,3%.

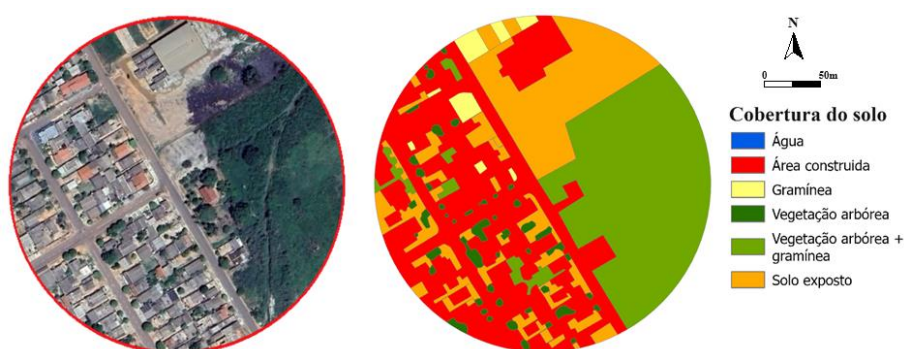


Figura 14. Ponto de análise 7.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

Em relação à temperatura do ponto 7, elas se mantiveram dentro da média para a maioria dos pontos anteriores. De manhã, foi registrado 23°C em dezembro, 27,7°C em junho e 32,2°C em setembro (Figura 19). Já no período da tarde, a temperatura média foi de 32,9°C, com a maior temperatura registrada em setembro, 37,9°C. À noite, as temperaturas foram menores, com média térmica em torno de 24,3°C. A umidade relativa do ar foi em média de 58%, considerando todos os transectos. A umidade foi elevada apenas no dia 21 de dezembro, com média de 76,3%.

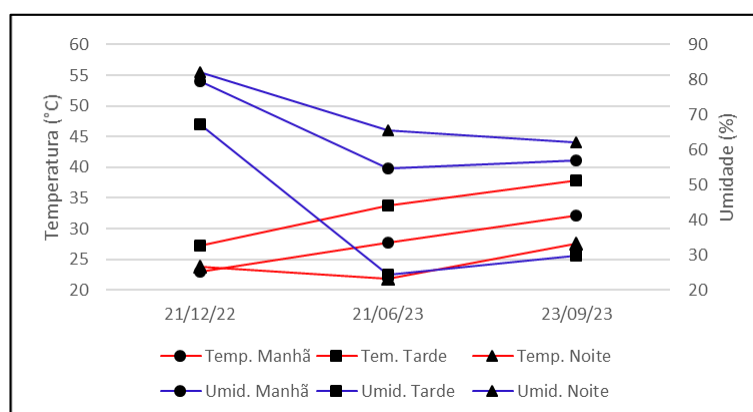


Figura 15. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 7. **Fonte:** o autor.

O ponto 8 está localizado no setor Oeste e é uma área predominantemente residencial, mas conta com vários prédios comerciais próximos ao ponto de coleta. É uma área com grande circulação de veículos, pois a avenida serve de ligação entre o centro da cidade e diversos bairros periféricos (Figura 20). Cerca de 63% da cobertura do solo compreende área construída com prédios comerciais, residenciais, asfalto e calçadas. O solo exposto representa aproximadamente 18% e as áreas verdes somam menos de 20%.

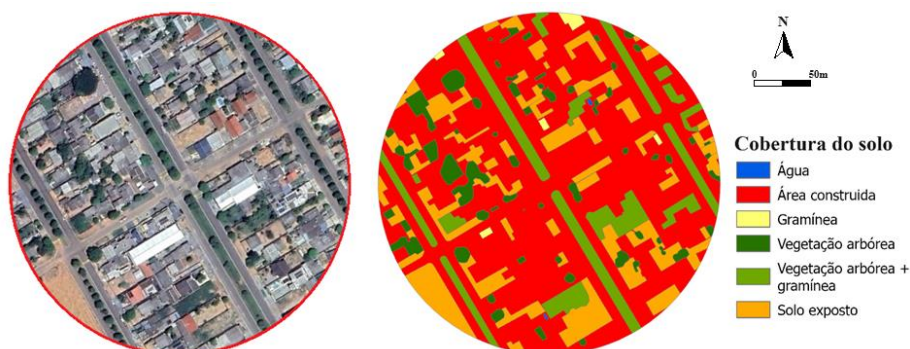


Figura 16. Ponto de análise 8.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

As temperaturas para o período da manhã ficaram em média de 27,6°C, tendo a maior temperatura no dia 23 de setembro, com 31,4°C (Figura 21). Para o período da tarde, a média registrada entre os três dias de coleta foi de 33,3°C, com o dia mais quente em setembro, 38,7°C. Durante a noite, as temperaturas caíram, com média registrada entre os pontos de 25°C.

A umidade relativa do ar seguiu o mesmo comportamento dos outros pontos da pesquisa, com alta umidade no mês de dezembro (74,6%). Nos meses de junho e setembro, a umidade foi muito baixa, com médias de 41,7% e 46,9%, respectivamente. A média geral para todos os dias de coleta nesse ponto ficou em torno de 54,4%

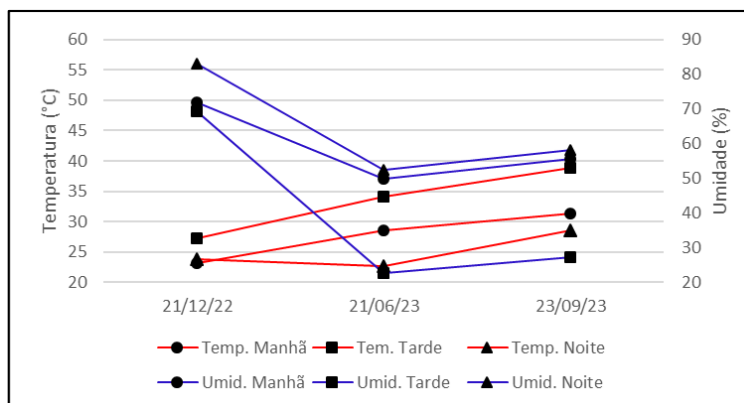


Figura 17. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 8. Fonte: o autor.

O ponto 9 está localizado bem ao lado da praça central do município. É uma área que, em seu lado oeste, está densamente urbanizada com construções em sua maioria residenciais. No entanto, às margens da avenida que contorna a praça, estão instalados pontos comerciais. No lado leste, a área compreende a praça central, que durante o período da pesquisa estava passando por reformas e reestruturação. No início desse projeto, quase toda a praça central estava com o solo exposto em meio a poucas árvores remanescentes (Figura 22). No período de desenvolvimento da pesquisa, a praça começou a receber grama e cimento na construção de calçadas. Atualmente, ela já conta com muitas árvores em crescimento e uma grande área de grama formando um pequeno bosque. A imagem de satélite (Google Earth Pro) está datada de agosto de 2022, enquanto o mapa de classificação do uso do solo para o ponto 9 foi elaborado em abril de 2023. Nessa data, a área de calçadas da praça já estava concluída, mas o plantio de grama e a arborização ainda não haviam sido finalizados.

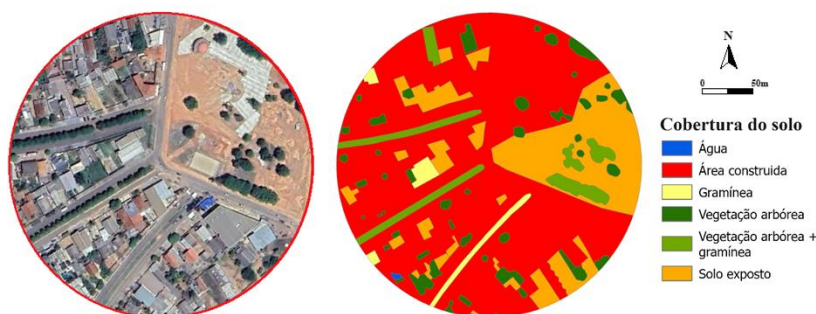


Figura 18. Ponto de análise 9.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

No período da manhã, a temperatura registrada foi de 23,8°C em dezembro. Já durante a época seca, os valores foram de 28,8°C e 32,8°C em junho e setembro, respectivamente. À tarde, a média de temperatura ficou em 33,5°C, com a maior temperatura registrada em setembro, 39,3°C. Durante a noite, a temperatura média registrada para o ponto foi de 26°C (Figura 23).

A umidade do ar média para o ponto 9 durante todo o período pesquisado ficou em 53,3%. Damos ênfase ao período seco, que registrou nas tardes dos dias 21 de junho e 23 de setembro os valores de 23,4% e 25%, respectivamente.

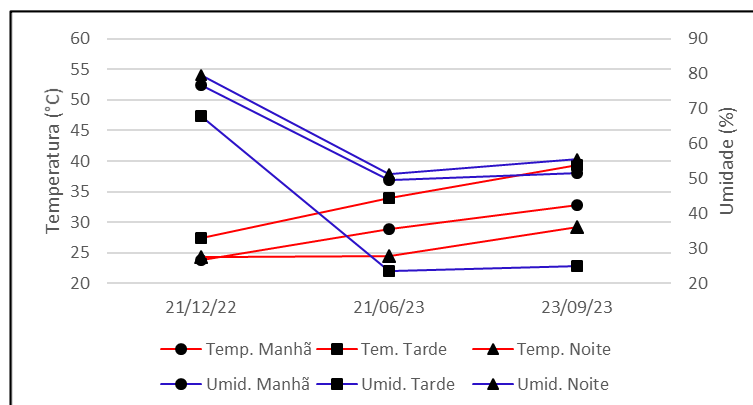


Figura 19. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 9. Fonte: o autor.

O ponto 10 é o mesmo ponto 1, porém com as leituras de temperatura e umidade relativa do ar coletadas cerca de uma hora após o início do trajeto. Considerando a média por período entre os dias de coleta, durante as manhãs a média de temperatura ficou em 28,7°C, um aumento de 1,4°C em relação ao início do trajeto. À tarde, a média foi de 33,8°C, registrando um aumento de 0,6°C. No período noturno, a média de temperatura foi de 25,9°C, evidenciando uma redução na média de temperatura de 0,6°C durante uma hora (Figura 24).

Com relação à umidade relativa do ar, considerando também a média para os momentos de coleta, a média para o período da manhã foi de 63,3%. Durante a tarde, a umidade do ar ficou em média de 38%, ou seja, ela se manteve estável durante o período de uma hora, entre os inícios e os finais dos transectos. Para o período da noite, foi registrado o valor médio de 63,3%, o que indica que houve um aumento da umidade do ar em 2,1% em média após uma hora do início do transecto.

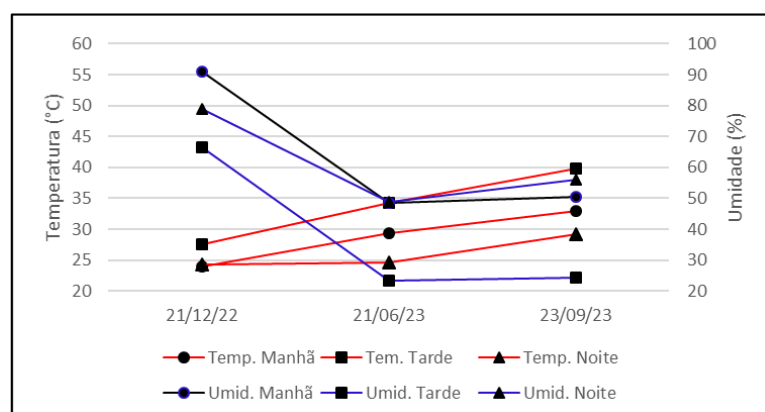


Figura 20. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 10. Fonte: o autor.

Os dados coletados no ponto 10, localizado muito próximo ao ponto 1 (ponto inicial da pesquisa), apresentaram alterações nos valores de temperatura do ar inferiores a 2°C e mudanças nas informações de umidade relativa do ar média que não ultrapassaram 6,5%. Esses resultados corroboram a recomendação da literatura (Valin Jr; Santos, 2020) de que todo o trajeto do transecto seja realizado em no máximo uma hora para minimizar a influência de variáveis climáticas e garantir a qualidade dos dados coletados.

Ilhas de Calor em Colíder: Características e Impactos em Cidades de Pequeno Porte

Colíder, assim como as cidades de pequeno porte, apresentam poucos atributos que colaboram com a formação de ilhas de calor, justificando a quantidade menor de trabalhos disponíveis em relação as grandes metrópoles. Todavia, as ilhas de calor se manifestam em pequenos núcleos urbanos com intensidades fraca e moderada, como já foram observadas por Teixeira e Amorim (2017), Amorim (2019), Aleixo et al. (2021), Porangaba et al. (2021), Silva et al. (2022).

Segundo Garcia (1996), as ilhas de calor podem ser classificadas de acordo com a magnitude da diferença de temperatura entre as áreas rurais e urbanas. Essa classificação se baseia em faixas de temperatura: magnitude fraca, quando a área urbana está entre 0°C e 2°C mais quente que a área rural; magnitude moderada, quando a diferença de temperatura entre as áreas urbana e rural está entre 2°C e 4°C; magnitude forte, quando a área urbana está entre 4°C e 6°C mais quente que a área rural e magnitude muito forte, quando a diferença de temperatura entre as áreas urbana e rural é superior a 6°C.

Os dados coletados no início das três estações do ano foram organizados em uma planilha eletrônica (Quadro 1). As mínimas, máximas, médias e amplitudes térmicas entre os pontos em cada horário dos transectos foram calculadas para identificar as ilhas de calor.

Quadro 1. Temperatura e umidade do ar nos pontos selecionados 2022/2023.

		21/12/2022		21/06/2023		23/09/2023	
		Temp	Umid	Temp	Umid	Temp	Umid
Ponto 1	Manhã	23,36	71,34	27,52	54,89	31,02	50,48
	Tarde	27,23	62,61	34,30	24,09	38,09	29,76
	Noite	24,72	76,06	24,32	53,95	30,60	47,52
Ponto 2	Manhã	23,26	72,26	27,55	53,44	29,78	51,55
	Tarde	27,26	62,54	34,42	23,17	37,74	29,52
	Noite	24,83	75,60	25,71	42,83	30,75	46,91
Ponto 3	Manhã	24,01	70,73	27,30	59,85	29,31	56,49
	Tarde	27,14	65,78	33,74	24,75	38,31	29,76
	Noite	22,96	85,14	20,51	77,63	28,26	62,06
Ponto 4	Manhã	22,02	81,54	27,33	56,66	29,29	56,95
	Tarde	26,66	69,58	32,56	25,95	36,91	30,81
	Noite	22,85	86,85	20,64	74,44	27,21	62,69
Ponto 5	Manhã	22,04	77,41	28,24	51,01	30,84	56,49
	Tarde	27,06	71,15	33,81	23,33	37,27	31,03
	Noite	23,09	86,87	25,19	46,76	27,53	60,60
Ponto 6	Manhã	22,55	82,21	28,21	51,32	31,65	58,77
	Tarde	26,80	70,17	33,89	23,45	37,04	32,34
	Noite	23,72	82,10	24,42	49,89	28,40	56,76
Ponto 7	Manhã	22,98	79,55	27,77	54,76	32,20	56,95
	Tarde	27,17	67,34	33,83	24,43	37,92	29,88
	Noite	23,73	82,23	21,81	65,55	27,57	62,13
Ponto 8	Manhã	23,16	71,87	28,49	49,83	31,41	55,46
	Tarde	27,19	69,21	34,12	22,74	38,79	27,29

	Noite	23,78	82,95	24,07	52,57	28,53	58,17
Ponto 9	Manhã	23,88	76,60	28,84	49,49	32,84	51,55
	Tarde	27,48	67,88	33,96	23,41	39,31	25,04
	Noite	24,25	79,62	24,52	51,21	29,28	55,48
Ponto 10	Manhã	23,96	91,01	29,33	48,45	32,93	50,48
	Tarde	27,57	66,56	34,22	23,17	39,74	24,28
	Noite	24,24	78,79	24,57	48,89	29,12	56,05

Fonte: o autor.

Os primeiros registros de temperatura e umidade relativa do ar ocorreram no solstício de verão de 2022, apresentando pouca variação entre os pontos da pesquisa. A temperatura média no período da manhã foi de 23,1°C, enquanto a umidade do ar ficou em 77,4%. Já à tarde, a temperatura média atingiu 27,1°C, com umidade do ar de 67,2%. No período noturno, a temperatura média foi de 23,8°C e a umidade do ar, 81,6%.

Durante a manhã, a maior ilha de calor foi detectada no ponto 3, com 1,99°C a mais que o ponto de referência. No período da tarde, a maior diferença foi no ponto 10, com 0,9°C, e à noite, no ponto 2, com 1,98°C. Em todas as situações, as ilhas de calor foram classificadas como de magnitude fraca. O ponto 2 e o ponto 10 são áreas com intensa ocupação urbana, solo altamente impermeabilizado e grande circulação de veículos. Já o ponto 3 é uma região com alto índice de solo exposto e pouca área arborizada.

Devido à alta pluviosidade em dezembro, a maioria dos dias apresenta elevada taxa de umidade do ar, resultando em temperaturas mais amenas e amplitudes térmicas moderadas, mas ainda apresentando ilhas de calor de magnitude fraca. No entanto, estudos realizados por Mota (2017) em Coari (AM), município com o dobro da população de Colíder, detectaram ilhas de calor de magnitude fraca e moderada no mesmo período de dezembro, utilizando técnica semelhante, evidenciando que as ilhas de calor são menores nessa época.

O segundo transecto móvel foi realizado no solstício de inverno (21/06/2023). A temperatura média entre todos os pontos no período da manhã foi de 28°C, com umidade relativa do ar média de 52,9%. No período da tarde, a temperatura média atingiu 33,8°C, enquanto a umidade relativa do ar registrou a média de 23,8%. Para o período noturno, a temperatura média registrada foi de 23,5°C, com umidade do ar de 56,3%.

Nesse dia de transecto, a maior intensidade de ilha de calor observada no período da manhã ocorreu no ponto 10, com 2°C a mais que o ponto de referência, caracterizando-se como de magnitude moderada. Durante a tarde, a maior diferença foi registrada no ponto 2, com 1,86°C a mais que o ponto de referência, classificada como de magnitude fraca. Já no período noturno, a ilha de calor de maior intensidade da pesquisa foi registrada no ponto 2, com 5,2°C a mais que o ponto de referência, caracterizando-se como de magnitude forte.

Embora o ponto 10 (ponto 1 uma hora depois) tenha características de ocupação e impermeabilização do solo semelhantes, inclusive um posto de combustível ao lado, ele apresentou ilha de calor com 4°C, ou seja, mais de 1 °C menor que o ponto 2. Essa diferença se justifica pelo fato de o ponto 2 estar bem ao lado do estacionamento do maior supermercado da cidade, onde estava próximo de fechar e havia muitos veículos transitando na entrada e saída do estacionamento. Ao mesmo tempo, a movimentação de pessoas e veículos era grande no posto de combustível que ficava do outro lado da rua. No ponto 10, o posto de combustível já estava fechado na hora da coleta de dados.

Essa ilha de calor de magnitude forte se estendia para o sul da cidade até o ponto 5 (4,6 °C), que é uma área de futuro loteamento, totalmente com solo exposto exceto pelas ruas asfaltadas, formando um grande bolsão de ar quente, que vai da área central até a periferia de expansão urbana (Figura 25). Ao Norte, a ilha de calor continuou a se estender, passando pelo ponto 10 (4°C), chegando até o ponto 9 (4°C), que é a área ao lado da praça central da cidade.

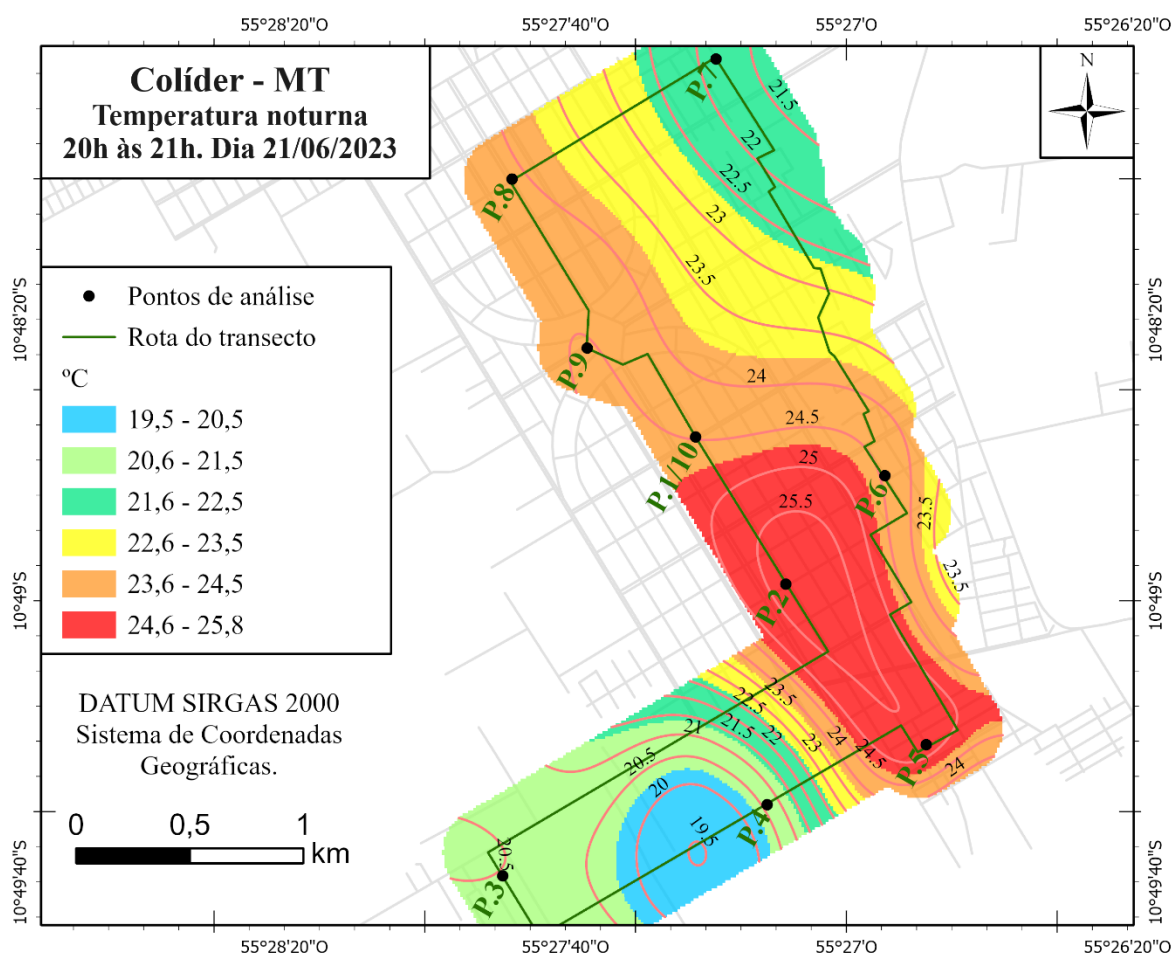


Figura 21 - Identificação de ilha de calor em Colíder

Fonte: o autor.

É possível inferir que o tipo de materiais que compõem os espaços urbanos pode contribuir com grande relevância para o aquecimento do ar e a formação da ilha de calor. As cidades de pequeno porte, em seu processo de crescimento, podem adotar medidas de planejamento urbano que contemplem a rearborização urbana com espécies adequadas ao clima local, utilização de materiais construtivos adequados que não exijam a climatização dos ambientes internos, evitar que novos loteamentos tenham a impermeabilização generalizada do solo e evitar a edificação total dos terrenos (Amorim, 2019). Atualmente, é muito difícil diminuir a circulação de pessoas e veículos na área urbana, mas é necessário encontrar alternativas como a mudança na composição das estruturas urbanas. Jahangir et al. (2024), em seus estudos de modelagem em ilhas de calor, adicionando telhado verde nas edificações e aumentando vegetação no solo com gramados e jardins, foram capazes de reduzir 0,68 °C na temperatura local. A princípio parece pouca redução do calor, mas com a implementação de outras formas e materiais nas construções, pode produzir uma sensação térmica mais agradável. Silva (2022), analisando a ocorrência de ilhas de calor em Três Rios (RJ), também encontrou ilhas de calor de magnitude e intensidade forte e muito forte em áreas com grande ocupação urbana e impermeabilização do solo no período de inverno. Na área do estudo da atual pesquisa, é comum a ocorrência de temperaturas elevadas e baixa umidade do ar para essa estação do ano. Essa ilha de calor de maior magnitude se justifica pelo fato de que os meses de inverno de 2023 no Brasil foram os mais quentes desde 1961 (INMET, 2023).

A terceira sequência de monitoramento por transecto foi realizada no equinócio de primavera de 2023. Foi o período com temperaturas médias mais elevadas para o período estudado. A temperatura média e umidade do ar no período da manhã foram de 31,1°C e 54,5% respectivamente. Para o período da tarde, os números foram de 38,1°C de temperatura média do ar, e 28,9% para a umidade do ar em média. No período noturno, a temperatura média foi de 28,7°C e a umidade relativa do ar média ficou em 56,8%. Embora esse dia tenha sido o mais quente entre os três analisados, não se registrou nenhuma ilha de calor de magnitude forte, ou muito forte, todavia foi identificada ilha de calor moderada nos três transectos realizados. Nos períodos da manhã e tarde, as maiores amplitudes térmicas ocorreram no ponto 10, com 3,6°C e 2,8°C respectivamente, comparados com o ponto de referência. Enquanto no período noturno, a ilha de calor foi de 3,5 °C registrada no ponto 2.

Os dois últimos dias de registros (21/06/2023 e 23/09/2023) as temperaturas foram muito elevadas, e consequentemente, as taxas de umidade do ar foram muito baixas. O intervalo entre junho e setembro foi considerado atípico para a região, apresentando um longo período de seca, o que contribuiu para as elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar.

CONCLUSÕES

Na cidade de Colíder, o verão se apresentou com temperaturas mais amenas do que o esperado, enquanto o inverno trouxe dias mais quentes dentro da média da estação.

Mas foi na primavera que o calor se intensificou, com temperaturas médias de 28°C às 20h e 38°C às 14h. A umidade relativa do ar, por outro lado, se mostrou baixa no inverno e na primavera, com destaque para o dia 21/06/2023, quando a média da tarde foi de apenas 23,8%. Em todos os dias e horários de coleta de dados, ilhas de calor de magnitude e intensidade fraca e moderada foram observadas. Nos dois últimos dias (inverno e primavera), as magnitudes se intensificaram. O ponto 2, com suas construções de materiais que absorvem calor (concreto e asfalto), grande fluxo de pessoas e veículos (supermercado, lojas, posto de combustíveis) e pouca vegetação (apenas algumas árvores e gramíneas), foi o local com a maior intensidade de ilha de calor.

Para amenizar o impacto das ilhas de calor e proporcionar um clima mais agradável para a população, Colíder precisa investir em mais áreas verdes de acesso público, como parques e bosques. Além de promover o lazer, essas áreas verdes podem servir como mecanismos naturais para reduzir as ilhas de calor. Os lagos da cidade, por sua vez, não contam com espaço suficiente para a arborização necessária para mitigar o problema, pois não faziam parte do projeto inicial da formação do município. Em um dos dias do transecto, foi constatada uma ilha de calor de intensidade moderada (3,9°C) às margens de um desses lagos. Considerando este estudo, com um planejamento e ações eficazes, a cidade de Colíder pode ter seu clima transformado na direção de proporcionar um melhor conforto térmico para seus habitantes. A criação de mais áreas verdes, a arborização adequada dos lagos e a busca por soluções inovadoras para a gestão urbana são passos importantes nesse caminho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Basso Marques, coordenador do Projeto de Extensão Monitorando o Clima (UFMT), pela disponibilização dos instrumentos para a realização da pesquisa, a Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moura Santos pelas sugestões na escolha dos pontos do transecto e a Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso, pela licença para qualificação profissional do primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO, M. J. **Climatologia urbana para o ensino**. Centro de Estudos Geográficos. (Coleção Clima e Mudanças Ambientais – Clima). N.3, Lisboa, 2010.

ALEIXO, N. C. R. *et al.* Ilhas de calor em cidade de pequeno porte na Amazônia brasileira: análise de Uarini-AM. **Revista Geoaraguaia**. Barra do Garças – MT v.11 n. Esp. Geotecnologias p. 166–186. Ago-2021. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/12072> Acesso em: 15/01/2024.

ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 20 – jan/jul 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v20i0.46190> Acesso em 25/01/2024.

AMORIM, M. C. C. T. **Ilhas de calor: em cidades tropicais de médio e pequeno porte: teoria e prática**. 1. Ed. Curitiba: Appris, 2020.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**. Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, jun 2019.

ARAÚJO, L. F. **Ilhas de calor em Sinop-MT: análise das características térmicas em conjunto com os espaços socioeconômicos e ambientais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.

ARAÚJO, L. F.; AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; ARVOR, D. A variação espacial da ilha de calor e sua associação com características paisagísticas em Sinop-MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 31, Jul. / Dez. 2022.

BÖHM, R. Stadtentwicklung und Trend der Wärmeinselintensität. **Arch. Met. Geoph. Biokl. B**. **27**, 31–46, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02245908> Acesso em 30/12/2023.

CHANDLER, T.J. (1968). Urban climatology: Inventory and prospect (an introductory lecture). In: WMO: Urban climates, proceedings of the WHO/WMO Symposium on Urban climates and building climatology, Brussels, **WMO Tech. Note** No. 108, WMO No. 254, TP 141, 1970. 390 p.

CHANDLER, T.J. Urban climatology and its relevance to urban design, **WMO Tech. Note** No. 149, WMO No. 438, 1976. 61 p.

CHEGURY, J. Q. B. M.; JUSTI, A. C. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Avaliação microclimática, termo higrométrica e das ilhas de calor na cidade de Cuiabá-MT/Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 30, jan. / jun. 2022.

EMERY, J.; POHL, B.; CRÉTAL, J.; RICHARD, Y.; PERGAUD, J.; REGA, M.; ZITO, S.; DUDEK, J.; VAIRET, T.; JOLY, D.; THÉVENIN, T. How local climate zones influence urban air temperature: measurements by bicycle in dijon, France. **Urban Climate**. Volume 40, December 2021, 101017

FRANÇA, M. S. Indícios de ilha de calor urbana em Sorriso/MT. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** - v.13, n.4, set-dez. 2014, p.3569-3579.

FRANÇA, M. S. **Avaliação do microclima urbano para a cidade de Sorriso/MT: estudo de caso**. 2017. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

GARCIA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, médio ambiente y planificación.** Síntesis. 1996. 285p.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Lisa Gartland; Tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos. 2010.

GHENO, E. L.; FRANÇA, M. S.; MAITELLI, G. T. Variações microclimáticas na área urbana de Sinop/MT no final da estação chuvosa. **Educação, Cultura e Sociedade.** v.2, n.1, p.139-153, jan./jun. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados.** 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/colider.html>. Acesso em: 03 jan. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2023). **Inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961.** Ministério da Agricultura e da Pecuária. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#> Acesso em 30 set. 2023.

JAISWAL, N.; DEB, S. K.; PANDA, S. K.; MANDAL, A. K.; KHAN, A. W.; KISHTAWAL, C. M. Estimation of intra-urban thermal variability in Ahmedabad city using moving vehicle transects. **J. Earth Syst. Sci.** 132:41. 2023.

JAHANGIR, M. H.; ZARFESHANI, A.; ARAST, M. Investigation of green roofs effects on reducing of the urban heat islands formation (The case of a municipal district of Tehran City, Iran). **Nature-Based Solutions** 5, 100100. 2024.

LIMA, L. O. S.; ASCURA, R. E.; VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M. Análise por meio de transecto móvel das ilhas de calor e de frescor na região do Coxipó em Cuiabá – MT (Brasil). **Engineering and Science**, V.3 E10, 2021.

LIMA, L. O. S. **Análise espaço-temporal da ilha de calor urbana superficial em Várzea Grande – MT.** 2023. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

MAITELLI, G. T.; CHILETTO, E. C.; JUNIOR, N. L. de A. et al. Intensidade da ilha de calor em Cuiabá/MT, na estação chuvosa. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais.** Fortaleza/CE: UFCE, 2004.13 p.

MENDES, M. A. **História e Geografia de Mato Grosso.** 3ª ed. Cuiabá: Cafarnaum, 2009.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série teses e monografias, n. 25).

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003.

MOTA, A. B. S. **Mapeamento termohigrométrico do município de Coari-AM utilizando transecto móvel.** 2017. 67 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental) — Universidade Federal de Mato Grosso.

NETO, A. T.; AMORIM, M. C. C. T. Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017. Anais..., Campinas: UNICAMP, v. 1, p. 1492-1506, 2017.

OKE, T. R. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment Pergamon Press** 1973. Vol. 7, pp. 769-779.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. Reino Unido, Vol. 108, n. 455, p. 1-24. Janeiro, 1982.

Oke, T.R. **Boundary Layer Climates**, 2nd. edn., Routledge, London, 1987.

Oke, T.R. The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects. In: Cermak, J.E., Davenport, A.G., Plate, E.J., Viegas, D.X. (eds) **Wind Climate in Cities**. NATO ASI Series, vol 277. 1995. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3686-2_5

PADILHA, R. M. **Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso: Caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial**. Cáceres: UNEMAT Editora. 2020.

PAULA, D. C. J.; SOUZA, N. S.; MIRANDA, S. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; SANTOS, F. M. M. Evolução do fenômeno de ilha de calor em cidade de médio porte na região centro-oeste do Brasil. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 8, p. Ago. 2019.

PINHO, J. G. de. **A evolução da intensidade da ilha de calor em Cuiabá – MT: 1990 a 2002**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT. 2003. 69 p.

PORANGABA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.; SILVA, M. H. S.; DUBREUIL, V. Modeling the urban heat island at a winter event in Três Lagoas, Brazil. **Urban Climate** 37, 2021. 100853.

RODRIGUES, L. R.; RAMOS, J. S.; SÁNCHEZ DE LA FLOR, F. J.; DOMÍNGUEZ, S. A. Analyzing the Urban Heat Island: comprehensive methodology for data gathering and optimal design of mobile transects. **Sustainable Cities and Society**. Volume 55, April 2020, 102027.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação Termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT. 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.**

SANTOS, F. M. M. Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**. V. 12 n. 12 ago. 2013, p. 2749 – 2763. <http://dx.doi.org/10.5902/223613089160>

SILVA, M. R. S. **A influência socioeconômica de Colíder (MT) para as cidades de seu entorno imediato**. 2022. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres-MT. 2017.

SILVA, Y. M. N.; SILVA, H. M.; SILVA, R. D. A.; MARQUES, E. D.; GOMES, O. V. O. Identification of the urban heat islands phenomenon in a small city: the study case of Três Rios/RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**. v.57, n.1. Mar 2022. 93-104.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society** 93, 1879-1900, 2012. DOI10.1175/BAMS-D-11-00019.1

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 239-256. 2017.

VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M. Levantamento bibliográfico da utilização de transectos em pesquisas de clima urbano no Brasil e recomendações de padronização nos procedimentos. **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 26 – jan/jun 2020.

ZAMPARONI, C. A. G. P.; LOMBARDO, M. A. As variações da temperatura e umidade relativa do ar em cidades de pequeno porte em área tropical: estudo de caso Barra do Bugres e Tangará da Serra. **Revista Mato-grossense de Geografia**. Cuiabá, ano 01, nº), Des. 1995.

ZAVITOSKI, E. V. S. **Análise termohigrométrica nos eixos viários centrais da malha urbana original de Sinop-MT**. 2018. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO: ANALISANDO DADOS DA TEMPERATURA DO AR E DA PLUVIOSIDADE NA ESCOLA, NO MUNICÍPIO DE COLÍDER – MT

Scientific Initiation in High School: Analyzing Air Temperature and Rainfall Data at School in the Municipality of Colíder - MT

Rinaldo Marques Padilha¹

Thayla Vitoria Guimaraes de Andrade²

Danielly da Silva Soares³

Pedro Henrique de Souza Santos⁴

Natan Paulino dos Santos⁵

RESUMO

Esse trabalho discorre sobre desenvolvimento de um projeto de iniciação científica com alunos do ensino médio. Os jovens pesquisadores fizeram o monitoramento da temperatura do ar e da pluviosidade em uma escola pública de Ensino Médio no município de Colíder-MT. Foi utilizado um termohigrômetro digital para registro da temperatura do ar, e um pluviômetro de acrílico do tipo cunha e os dados foram coletados no período de 01/01/2023 a 31/12/2023. O trabalho fez uma análise dos elementos climáticos da cidade, podendo contribuir com o conhecimento da comunidade escolar e de diversos setores de atividades econômicas, tendo em vista que o município não possui uma estação meteorológica oficial.

Palavras-chave: Temperatura do ar, Pluviosidade, Elementos do clima, Aprendizagem.

ABSTRACT

This work discusses the development of a scientific initiation project with high school students. The young researchers monitored the air temperature and rainfall at a public high school in the municipality of Colíder-MT. A digital thermohygrometer was used to record the air temperature, and an acrylic wedge-type rain gauge was used to collect rainfall data. The data were collected from January 1, 2023, to December 31, 2023. The work analyzed the city's climatic elements, potentially contributing to the knowledge of the school community and various economic sectors, considering that the municipality does not have an official meteorological station.

Key-words: Air temperature, Rainfall, Climate elements, Learning.

1 INTRODUÇÃO

A educação científica atualmente se faz necessário nas escolas de educação básica, para estimular e despertar o interesse de jovens pesquisadores, para uma imersão ao conhecimento da pesquisa. A Iniciação científica proporcionara aos alunos experiências que podem transformar a

¹ Mestre em Geografia e Doutorando em Física Ambiental, UFMT, rinaldopadilha@fisica.ufmt.br

² Concluintes do Ensino Médio, POMPEO, thaylavitoriag@gmail.com

³ Concluintes do Ensino Médio, POMPEO, danielysoares41@gmail.com

⁴ Graduando em Direito, UNIFAMA, pedrohenrique2direito@gmail.com

⁵ Concluintes do Ensino Médio, POMPEO, paulinonatan008@gmail.com

maneira como eles enxergam a escola atualmente, podendo contribuir para uma nova forma de ensino aprendizagem onde eles se tornam protagonista do seu conhecimento.

Para Arantes, Simão e Arantes (2021), a educação científica no ensino médio contribui para a inclusão social, auxiliando-os no processo de escolhas profissionais, uma vez que experimentam o fazer científico em diversas áreas do conhecimento. Ao mesmo tempo, a pesquisa na escola contribui para dar segurança em sua vida profissional tornando-os capazes de tomar decisões de forma autônoma e segura, podendo leva-los a uma carreira acadêmica de sucesso.

A climatologia é uma ciência muito importante para o conhecimento da sociedade e está presente em alguns componentes curriculares da educação básica como Física, Química e Geografia, esse último é o principal responsável pelo seu estudo durante vários anos do ensino fundamental e médio. Por muitas décadas o ensino de climatologia foi ministrado nas escolas de maneira desconectada com a realidade da vida dos estudantes, muitas vezes por meio tão somente de decoreba, porque iria ser cobrado na avaliação. Ainda hoje em muitos casos, o estudo de clima é visto como abstrato, sem ter relação com o cotidiano do aluno, fazendo com que ele siga para novas fases de ensino com deficiência sobre o assunto (SILVA; CARDOSO, 2019).

Esse trabalho buscou levar o ensino de climatologia para a sala de aula, por meio da iniciação científica no ensino médio, estimulando os alunos que despertaram interesse especial pelo tempo e clima, a desenvolverem uma pesquisa científica. Inicialmente foram apresentados a escrita formal, por meio da leitura de diversos artigos científicos publicados em revista de circulação nacional. Ao ler os artigos eles passaram a conhecer os métodos de pesquisas, os tipos de materiais utilizados e a forma como eram tratados os dados coletados em campo, para serem analisados e depois transcritos para um artigo.

Diversos são os fatores e elementos climáticos que são trabalhados em sala de aula, para que os alunos possam compreender toda a dinâmica climática e sua influência na vida da população e a sua relação com o meio ambiente global. Entre os elementos climáticos que são mais estudados citamos: temperatura do ar, umidade do ar, chuva, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento e radiação solar. Para facilitar o trabalho de pesquisa, os alunos foram divididos em grupos e pesquisaram separadamente alguns elementos climáticos.

O atual grupo de pesquisa é formado por seis alunos do ensino médio, sob a orientação do professor orientador. Coube a essa equipe monitorar a temperatura do ar e a chuva durante o período de um ano. Para tanto eles foram responsáveis por buscar bibliografias de artigos científicos, que

tratem do assunto para conhecer sobre os métodos e técnica de pesquisa e posteriormente redigir o atual artigo juntamente com seu professor orientador.

Assim sendo, o objetivo desse trabalho foi analisar a temperatura do ar e a pluviosidade na Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu, no município de Colíder, por meio de equipamentos de baixo custo, afim de promover a inserção de alunos do ensino médio na iniciação científica.

1.2 O clima e a área de estudo

O clima representa papel estratégico nas atividades humanas e na relação que ele mantém com o meio ambiente. Destarte o conhecimento do homem sobre a relação clima e meio ambiente, pode lhe proporcionar maiores condições de tomar decisões, importantes no contexto econômico e social, além de poder usufruir de técnicas que possam auxiliar no aproveitamento dos diversos elementos climáticos que mais atuam no seu ambiente.

De maneira geral o clima é determinado por uma série de fenômenos que se fundem no tempo e no espaço manifestando uma singularidade que pode ser medido em sua dimensão e em seu ritmo de duração (RIBEIRO, 1993). Ele não pode ser controlado e é influenciado por uma variedade de eventos que estão interligados, ocorrendo simultaneamente, resultando em um padrão ou categoria que pode ser avaliado tanto pela sua escala geográfica quanto pela sua persistência temporal. Isso sugere que o clima não é um fenômeno isolado, mas sim o resultado de múltiplos fatores que interagem em uma escala global.

O conhecimento da temperatura é de suma importância para o entendimento dos demais elementos climáticos, além de auxiliar no planejamento e gerenciamento do solo (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2012). Portanto, a temperatura afeta diretamente outras variáveis climáticas, como por exemplo, ela pode aumentar a taxa de evaporação da água, afetando a umidade do ar e potencialmente alterando os padrões de precipitação. Essas interações complexas entre temperatura e outros fatores climáticos são fundamentais para entender os ecossistemas locais e globais.

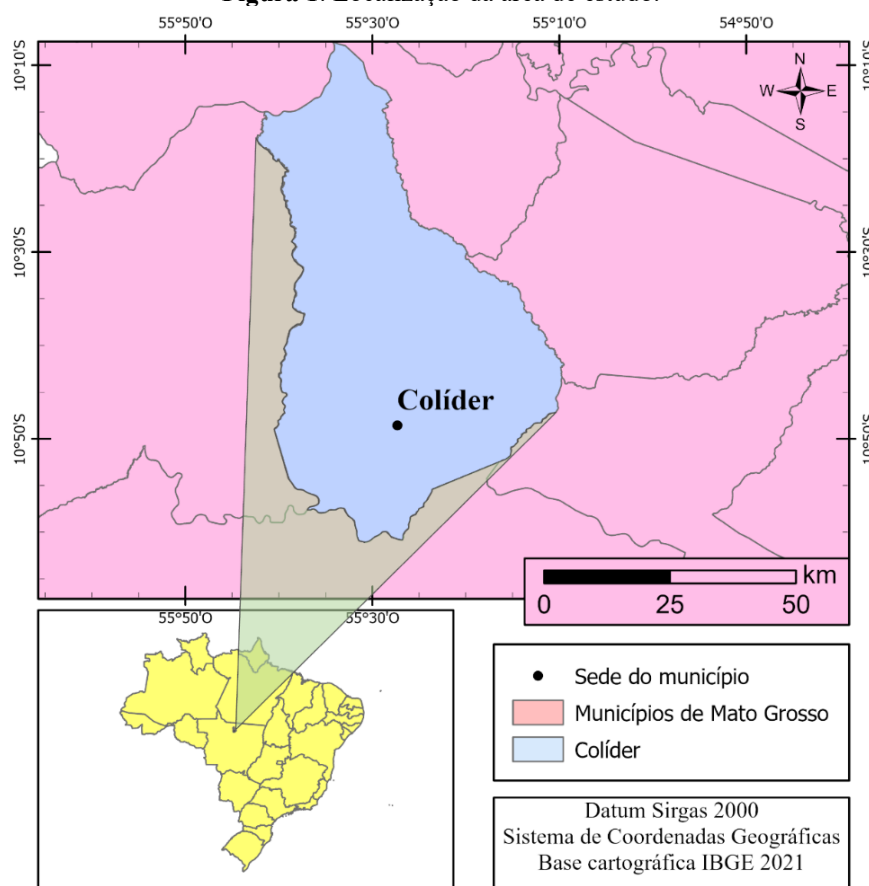
Back e Cadorin (2020), afirma que o conhecimento das características das chuvas é de fundamental importância para o dimensionamento de obras de captação de água da chuva e para o controle do escoamento superficial em cidades que contam com bueiros e canais de drenagem. Saber como é o regime de chuva, também é imprescindível para o gerenciamento no sistema de captação,

tratamento e distribuição de água potável nos municípios. O conhecimento do regime de chuvas também pode ajudar a evitar catástrofes naturais, provocadas por chuvas torrenciais e ao mesmo tempo se prevenir a períodos de secas severas.

Embora a cidade de Colíder não tenha registrado eventos catastróficos relacionados ao clima, o conhecimento sobre a dinâmica climática local é de fundamental importância para contribuir com o planejamento urbano e fornecer informações importantes para o setor produtivo na área rural. Considerando que na região do estudo não há nenhuma estação meteorológica oficial em operação, esse trabalho poderá contribuir como uma importante fonte de dados climáticos para o município.

Colíder é uma cidade de pequeno porte, localizada no Estado de Mato Grosso distante 630km da capital. O município possui uma área territorial corresponde a 3.112,091 km², e sua população é de 31.370 pessoas de acordo com o último censo (IBGE 2022). A região está inserida na zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, sendo este último predominante na área de estudo (Figura1).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autoria própria (2024).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a coleta de dados da temperatura do ar, foi utilizado um termohigrômetro digital, modelo HTC-2 (Figura 2), que fornece informações de temperatura e umidade relativa do ar, no entanto nesse projeto ele foi utilizado apenas para coletar a temperatura. O aparelho tem uma escala de medição que pode variar entre -10°C a 50°C , e uma precisão de medida de aproximadamente 1°C de acordo com o fabricante. O dispositivo tem a capacidade de armazenamento de memória de temperatura máxima e mínima por um determinado período, até que restaure os valores para um novo ciclo. Modelo de sensor semelhante foi utilizado por

Albuquerque, Silva e Estevão (2019), obtendo resultados satisfatórios em monitoramento de clima urbano na cidade de Juazeiro do Norte – CE.

Figura 2: Termohigrômetro digital.



Fonte: Autoria própria (2024).

O termo-higrômetro foi acomodado em um abrigo meteorológico, produzido em madeira, para ser protegido da incidência direta dos raios solares e da chuva. O abrigo tem as quatro paredes com venezianas, para facilitar a circulação de ar em seu interior. A área onde se encontra o abrigo meteorológico tem o solo coberto por grama e o espaço ao redor foi delimitado por uma cerca de madeira (Figura 3).

Figura 3: Abrigo meteorológico.



Fonte: Autoria própria (2024).

Para coletar os dados de chuva, foi utilizado um pluviômetro modelo cunha, da marca Multitec. O aparelho foi produzido em poliestireno transparente e tem capacidade para medir uma chuva de até 150 mm, por meio de uma régua impressa em alto relevo no próprio material do instrumento na parede frontal (Figura 4).

Figura 4: Pluviômetro de acrílico tipo cunha.



Fonte: Autoria própria (2024).

O pluviômetro foi encaixado por meio de parafusos em um suporte de madeira, que ficou fixado junto ao abrigo meteorológico, de modo que a área de coleta ficasse acima do teto do abrigo.

As coletas de dados da temperatura do ar foram feitas pelo grupo de alunos, durante o período de um ano anotando em planilha de papel em quatro horários por dia. As 7 horas, 13 horas, 19 horas

e 23 horas. Os três primeiros horários foram escolhidos para coincidir com os horários de entrada dos alunos nas aulas da escola e o último horário, é o horário que a escola encerra suas atividades. As leituras eram feitas individualmente, todavia o entusiasmo de observar a pesquisa era tão grande que eventualmente os alunos faziam as leituras em dupla, demonstrando o comprometimento no trabalho (Figura 5).

Figura 5: Momento de visita à Estação Meteorológica para a leitura diária.



Fonte: Autoria própria (2024).

Além de registrar a temperatura constante em cada período, no último horário também era registrada a temperatura máxima e mínima do dia. Os registros da pluviosidade eram feitos nos mesmos horários, caso tenha ocorrido chuva nesse intervalo. Havia lugar na planilha para anotar quatro eventos de chuva e caso ocorresse anotações em todos os lugares, somava-se o total para o dia especificado.

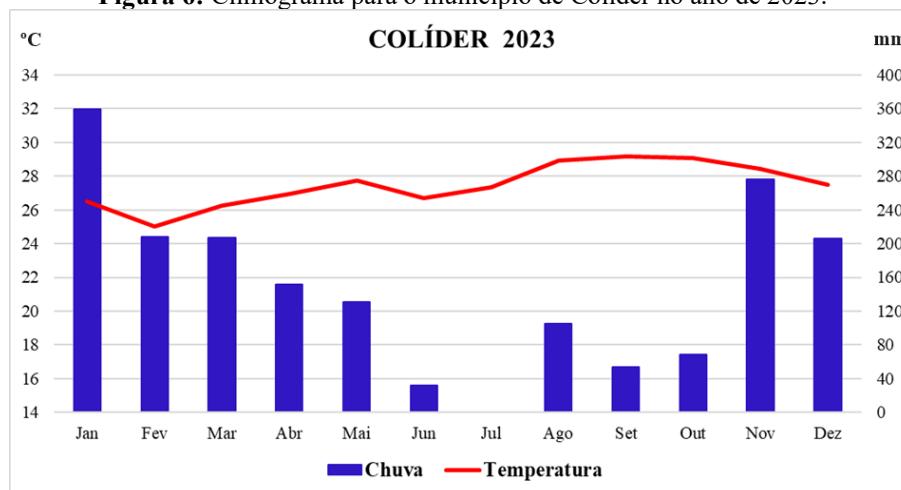
Foi feito uma escala diária para que todos os alunos pudessem anotar. Os horários contemplavam todos os dias da semana, incluindo sábados, domingos e feriados. O horário das 23 horas, ficou a cargo do professor, e na ausência dele, era designado algum colaborador externo do projeto para fazer as anotações.

Posteriormente os dados foram digitados em planilhas eletrônica, onde foram trabalhados com tabelas dinâmicas, gerando médias diárias e mensais de temperatura, soma diária e mensal da pluviosidade e gráficos para análise e posterior discussão dos resultados do artigo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis climáticas do município de Colíder, observado especificamente no pátio da escola localizada no centro da cidade, apresentou temperaturas médias mensais, oscilando entre 25°C em fevereiro com o mês mais ameno e o mês mais quente com 29,2°C em setembro. A média térmica anual ficou em torno de 27,5°C para o ano de 2023 (Figura 6). Resultado um pouco acima do que os descritos por Monteiro, Carvalho e Garlet (2018), Padilha (2020) e Araújo *et al.* (2022), que analisaram dados históricos observados em municípios próximos. Entretanto vale destacar que o ano de 2023 se mostrou atípico em relação as temperaturas altas, registrando o inverno com os meses mais quentes desde 1961 no Brasil (INMET, 2023).

Figura 6: Climograma para o município de Colíder no ano de 2023.



Fonte: Autoria própria (2024).

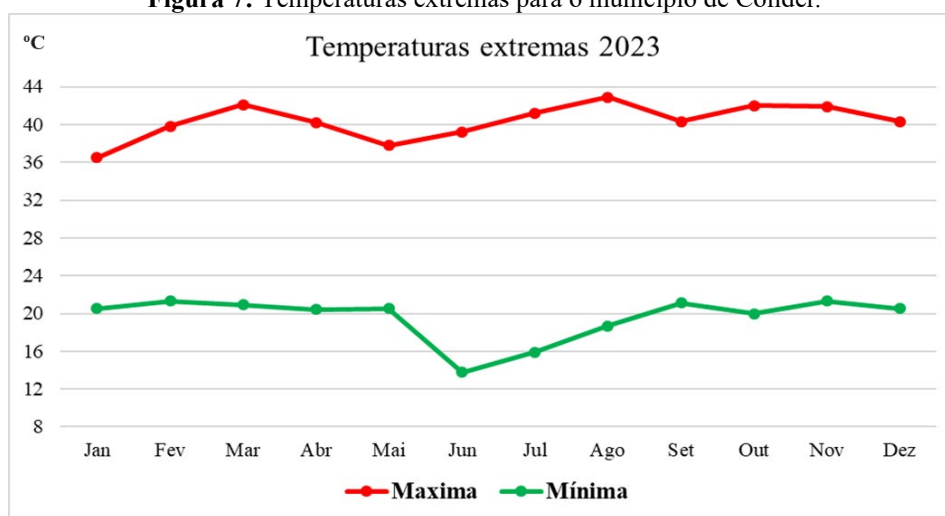
A pluviosidade durante o ano foi de 1.799 mm e pode ser considerado baixa para a região, tendo como base os dados históricos observados pelos autores citados anteriormente. O período mais chuvoso foi o mês de janeiro com 359 mm (Figura 6). O mês mais seco foi julho, onde não foi registrado dias com chuva. Os demais meses do ano apresentaram chuvas com um índice menores do que o previsto pelos moradores antigos na região.

Quando analisamos os 365 dias do ano de 2023, observamos temperaturas extremas de máximas e mínimas, que fogem do padrão para o município e região. A menor temperatura mínima foi de 13,8°C no dia 15 de junho, seguido de 15,9°C no dia 2 de julho (Figura 7). Embora essas temperaturas tenham sido registradas no período considerado como inverno, tais friagens raramente são registradas nessas localidades. Esse fenômeno de baixas temperaturas foram provocadas pela

ação da massa de ar Polar atlântica (mPa) que atravessam boa parte do país provocando queda nas temperaturas por alguns dias.

As maiores temperaturas máximas registradas no período, foram 42,9°C no dia 22 de agosto, dentro do período de inverno mais quente já ocorrido no Brasil e 42,1°C registrada no dia 16 de março, já nos últimos dias de verão (Figura 7). Embora historicamente a região tenha registrado temperaturas elevadas durante o ano inteiro, não é comum as temperaturas ultrapassarem os 42°C.

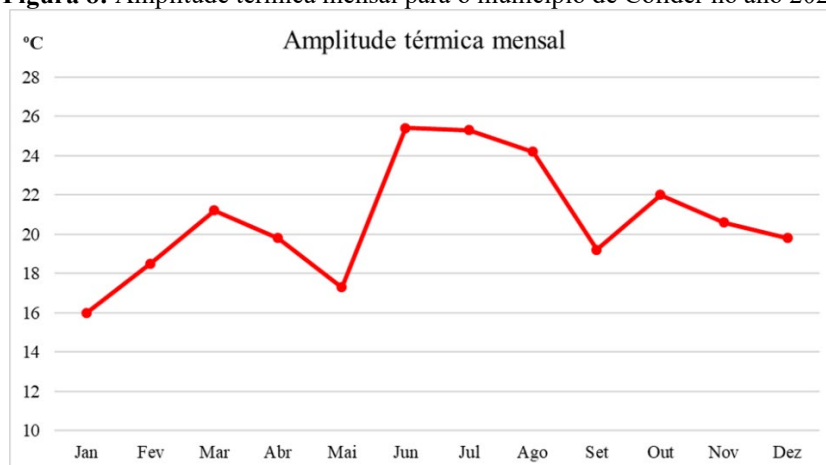
Figura 7: Temperaturas extremas para o município de Colíder.



Fonte: Autoria própria (2024).

Ainda falando em temperaturas extremas, a maior amplitude térmica diária, ou seja, a diferença entre a maior e a menor temperatura de um determinado período, foi observado no dia 9 de agosto com 22,7°C de diferença entre o período da tarde e a madrugada. Já a menor amplitude térmica foi registrada no dia 20 de fevereiro com 3,7°C de diferença entre a hora mais quente e a mais fria. Esse foi um dia com céu encoberto por nuvens e chuva fraca duradoura. Em relação a amplitude térmica mensal, o destaque ficou por conta do mês de junho com 25,4°C, e a menor amplitude térmica mensal foi observada no mês de janeiro com 16°C (Figura 8).

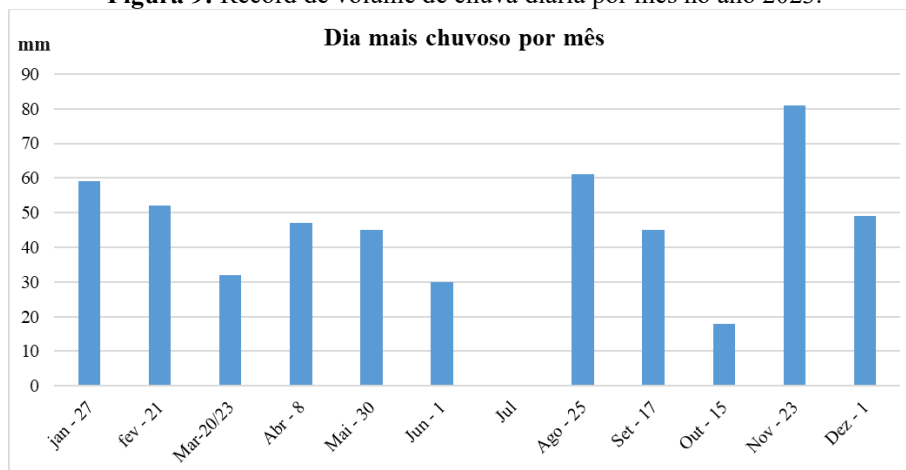
Figura 8: Amplitude térmica mensal para o município de Colíder no ano 2023.



Fonte: Autoria própria (2024).

A pluviosidade foi bem distribuída durante o ano e com excessão do mês de julho, todos os meses houve chuva com maior ou menor intensidade. Janeiro foi o mês que apresentou o maior número de dias chuvosos totalizando 20. A chuva com o maior volume de água foi registrada no dia 23 de novembro com 81 mm seguido pelo dia 25 de agosto com 61 mm (Figura 9).

Figura 9: Record de volume de chuva diária por mês no ano 2023.

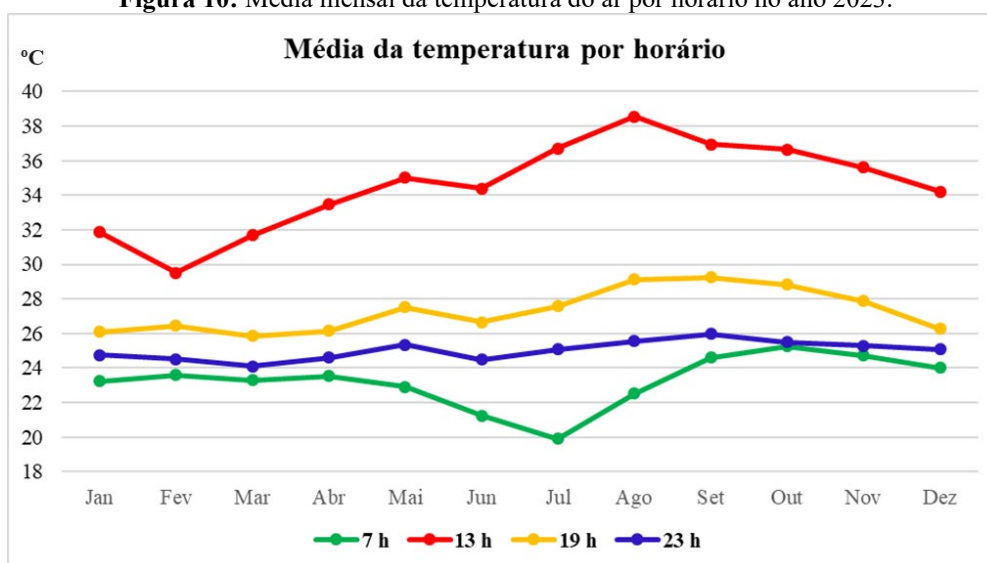


Fonte: Autoria própria (2024).

Como os equipamentos na estação eram monitorados com quatro registros diariamente, foi possível observar o comportamento da temperatura ao longo do ano nos períodos diurnos e noturnos. Como já era de se esperar as maiores temperaturas do dia foram registradas no horário das 13 horas. No início do ano as temperaturas desse horário registram médias de 32°C e posteriormente foi aumento até seu pico em agosto com média de 38,5°C tendo reduzido até finalizar dezembro com 34°C (Figura 10).

A segunda hora com temperatura mais quente do dia foi registrada no início da noite (19h), com média de 26°C, elevando-se para 27,2°C em setembro e estabilizando em 26°C novamente em dezembro (Figura 10). A temperatura média das 23 horas se manteve estável em torno de 25°C, com pouca variação durante o ano. Enquanto que a menor temperatura média do dia era registrada sempre no período das 7 horas, com raras exceções em dias chuvosos. Nesse horário a temperatura oscilava entre 23°C e 25°C, exceto nos meses de junho e julho que obteve temperaturas mais baixas.

Figura 10: Média mensal da temperatura do ar por horário no ano 2023.



Fonte: Autoria própria (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora não seja possível caracterizar o clima de um determinado local com análises de apenas um ano, foi possível observar que as características climáticas do período para a região são de um clima quente e úmido, com temperaturas médias em torno de 27,5°C, sendo os meses mais quente entre agosto a novembro, com temperaturas máximas superiores a 40°C e mínimas ocasionalmente menores que 16°C.

As chuvas são abundantes em torno de 1800 mm, com o mês mais chuvoso em janeiro registrando 359 mm. O período mais seco ocorre nos meses de inverno quando as chuvas diminuem drasticamente, chegando a zero no mês de julho.

Os equipamentos de baixo custo utilizados, embora não tenha uma certificação pelos órgãos tradicionalmente reconhecidos em pesquisa de climatologia, se mostraram eficientes para o monitoramento das variáveis climáticas como chuva e temperatura do ar. Esses materiais podem ser

utilizados por diversos segmentos da sociedade para conhecer as características climáticas em locais que não há estações meteorológicas oficiais do INMET.

Os alunos participantes do projeto se mostraram eficientes no desenvolvimento dessa pesquisa, conseguindo dar um grande salto para a iniciação científica, podendo ampliar o seu potencial de desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas do conhecimento antes mesmo de entrar na universidade. As técnicas de pesquisas, assim como os materiais utilizados nesse trabalho, também foram utilizados como materiais didáticos e metodologias de ensino nas aulas de geografia da Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros localizadas em Colíder-MT.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. S.; SILVA, M. O.; ESTEVÃO, G. S. Contribuição à compreensão do campo térmico da cidade de Juazeiro do Norte (CE) pela metodologia de transectos móveis. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 1363-1373, Set. 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCG-S/article/view/616>. Acessado em: Fev. 2024.

ARANTES, S. L. F.; SIMÃO, D. A.; ARANTES, B. O. Estudo com egressos da iniciação científica no ensino médio - BIC Jr UEMG: desdobramentos sobre as escolhas profissionais e de carreira. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 13580-13601 feb. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/24364>. Acessado em: Fev. 2024.

ARAÚJO, L. F. *et al.* A variação espacial da ilha de calor e sua associação com as características paisagísticas em Sinop-MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 31, Jul./Dez. 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15470>. Acessado em: Fev. 2024.

BACK, A. J.; CADORIN, S. B. Chuvas máximas diárias e equações intensidade-duração-frequência para o estado do Amapá, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 16, vol. 26, jan/jun 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.69844>. Acessado em: Mar. 2024.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Caracterização da temperatura do ar no estado de Goiás e no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 8, vol. 11, jul/dez 2012. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/18874/1/caracterizacao_temperatura_ar_goiás_df.pdf. Acessado em: Jan. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/colider.html>. Acessado em: Jan. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961**. Ministério da Agricultura e da Pecuária. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acessado em: Set. 2023.

MONTEIRO, M.; CARVALHO, C. C.; GARLET, J. Escolitíneos (curculionidae: scolytinae) associados a plantio de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na Amazônia Meridional em Alta Floresta, Mato Grosso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 913-923, jul.- set., 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833355>. Acessado em: Mar. 2024.

PADILHA, R. M. **Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso**: Caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial. Cáceres: UNEMAT Editora, 2020.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de geografia teórica**, vol. 23(46-46):288-294, 1993. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7626091/mod_folder/content/0/referencia-s%20bibliograficas/RIBEIRO_Antonio_Giacomini_As_escalas_do_clima.pdf. Acessado em: Jan. 2024.

SILVA, M. S.; CARDOSO C. Desafios e perspectivas para o ensino de climatologia geográfica na escola. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 10, n. 20, p. 1-17, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/691/700>. Acessado em: Dez. 2023.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA

¹Thayla Vitória G. de Andrade, ¹Pedro Henrique de Santos Souza, ¹Arthur Paulo da Silva, ¹Danielly da Silva Soares ²Rinaldo Marques Padilha, ³Hugo Luis G. de Souza

¹Alunos da Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros

²Orientador: Prof. da Escola E. Des. Milton Armando Pompeu de Barros, ³Coorientador

Introdução

O clima desempenha um papel fundamental em diversos aspectos na vida da Terra, portanto compreender e monitorar o clima é essencial para enfrentar os desafios relacionados às mudanças climáticas.

Uma estação meteorológica é utilizada para monitorar o tempo, sendo necessária nas diversas atividades econômicas. Os dados obtidos por ela são analisados frequentemente por universidades e centros científicos, que utilizam desses números para o estudo e monitoramento das mudanças climáticas (SILVA; TOMMASELLI, 2009).

Atualmente o município de Colíder não possui uma estação meteorológica oficial, com a finalidade de monitorar o clima para auxiliar no planejamento de atividades rurais e urbanas, justificando assim o estudo para implementação de estações independentes por escolas ou a comunidade.

O objetivo deste trabalho foi criar uma estação meteorológica automática capaz de monitorar os elementos climáticos (pressão atmosférica, umidade do ar e temperatura do ar), para preencher uma lacuna de informações ausentes até o momento em nosso município e ao mesmo tempo servir de subsídios pedagógicos em sala de aula.

O Arduino é uma placa microcontroladora que possui aplicações em diferentes programações, onde por meio de sensores é possível inspecionar e alarmar fenômenos climáticos e permitir o planejamento para tomada de decisões estratégicas (ROCKENBACH, 2020). Diante disso, escolhemos esse sistema para construir a estação levando em consideração que o custo benefício é baixo.

Desenvolvimento

A estação meteorológica foi construída utilizando equipamentos eletrônicos de baixo custo, e alguns materiais recicláveis. Como principal componente foi usado a placa microcontroladora Arduino Nano 3.0 ch340, que fez a conexão entre os sensores e o data logger.

Para obter a pressão atmosférica foi utilizado o sensor BMP 280. A temperatura e umidade do ar foi obtida utilizando o sensor AHT 20 e os dados foram armazenados em um cartão de memória através de um shield data logger com um relógio RTC DS1307.

O abrigo meteorológico foi dividido em duas partes: uma destinada aos sensores, construída com tubo de PVC de 40mm, e outra destinada ao controlador (Arduino e data logger). Esse conjunto foi instalado em uma área aberta longe de árvores e de qualquer obstáculo que pudesse interferir nas leituras. O código utilizado para o gerenciamento dos sensores foi escrito na linguagem de programação C++ e compilado para dentro do Arduino.

Para que todos os sensores funcionassem de maneira adequada foi feito uma calibração tendo como referência uma estação meteorológica automática disponibilizada pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. As duas estações foram instaladas uma ao lado da outra, registrando as mesmas variáveis durante uma semana. Os dados registrados foram trabalhados com regressão

linear, que resultou em um fator de conversão fazendo com que as duas estações gerassem os mesmos resultados.

Após a calibração, a estação foi instalada no pátio escolar, onde estão registrando os dados atualmente. Para a análise dos dados foram separados um período de um mês (31 dias) iniciando em 16/08/2023 até 15/09/2023.

Resultados e discussão.

A temperatura foi elevada na maior parte do intervalo de tempo selecionado, resultando em uma média mensal de 30,6°C. A menor média do mês foi de 27,2°C registrada no dia 25/08, e a maior média do mês foi alcançada no dia 15/09 quando registrou 31,9°C. Mesmo estando em período de inverno a temperatura mínima registrada no período foi de 18,06°C, registrada às 6 horas da manhã do dia 16/08. Enquanto que a temperatura máxima do mesmo período foi surpreendentemente 44,6°C às 13h56m do dia 11/09.

A umidade do ar teve uma média mensal de 50,8%, e a menor média diária sendo observada no dia 17/08 com 32,7% enquanto a maior média de umidade relativa do ar foi de 72% sendo registrada no dia 25/08. A menor umidade do ar foi registrada no dia 11/08 às 13h40m, ficando com apenas 12,3% enquanto a maior umidade relativa do ar foi de 99,1% às 14h49m do dia 25/08 quando estava acontecendo uma chuva torrencial.

A pressão atmosférica ficou com a média mensal de 973,26 hPa. A maior pressão foi registrada às 9h30m do dia 14/09, sendo 982,09 hPa. Enquanto a menor foi de 969,86 hPa às 15h45m do dia 22/08.

As três variáveis climáticas mantiveram uma relação ao longo do período. Quando a temperatura subia, a umidade do ar e a pressão atmosférica diminuía. Quando a temperatura diminuía a pressão e a umidade aumentavam.

Podemos observar que foi um mês de inverno muito quente com temperaturas acima da média para a região norte de Mato Grosso. Porém de acordo com o INMET (2023), no Brasil o inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961, esse fenômeno foi provocado devido à presença de intensas massas de ar quente e seco, com temperaturas acima de 30°C em grande parte do Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Conclusões

Após a análise dos resultados concluímos que a construção de uma estação meteorológica com o arduino, se mostrou eficiente e necessária. Os dados coletados foram confiáveis e revelou a atual condição climática que ocorre no Brasil. A Estação desenvolvida por estudantes da escola poderá servir para aprimoramentos futuros da pesquisa e servirá como fonte de informação para a população local.

Referências

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2016). Inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961. Ministério da Agricultura e da Pecuária. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em 30 set. 2023.

ROCKENBACH F. R. - **Projeto e fabricação de uma estrutura modular para o uso em estações meteorológicas de baixo custo**. Dissertação. Mestrado em tecnologias computacionais para o agronegócio. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira: 2020.

SILVA, E. C; TOMMASELLI T. G. - A escola na estação meteorológica: em tempos de mudanças climáticas globais e de sustentabilidade ambiental. Congresso de Extensão universitária, 5., 2019, Águas de Lindólia. **Anais...** São Paulo: PROEX; UNESP, 2009, p. 439.

MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO PANTANAL

09 e 10/11/23 - SICMATUR

10 Anos

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA

¹Thayla Vitória Guimarães de Andrade, ¹Pedro Henrique de Santos Souza, ¹Arthur Paulo da Silva, ¹Danielly da Silva Soares

²Rinaldo Marques Padilha, ³Hugo Luis Gomes de Souza

¹Alunos do ensino médio da Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros / Colíder-MT

²Orientador: Prof. Me. Escola Estadual Desembargador Milton Armando Pompeu de Barros,

³Coorientador: Aluno de Engenharia da Computação e egresso da Escola E. D. Milton Armando Pompeu de Barros / Colíder-MT

Introdução

O clima desempenha um papel fundamental em diversos aspectos na vida da Terra, portanto compreender e monitorar o clima é essencial para enfrentar os desafios relacionados às mudanças climáticas.

Uma estação meteorológica é utilizada para monitorar o tempo, sendo necessária nas diversas atividades econômicas. Os dados obtidos por ela são analisados frequentemente por universidades e centros científicos, que utilizam desses números para o estudo e monitoramento das mudanças climáticas (SILVA; TOMMASELLI, 2009).

Atualmente o município de Colíder não possui uma estação meteorológica oficial, com a finalidade de monitorar o clima para auxiliar no planejamento de atividades rurais e urbanas, justificando assim o estudo para implementação de estações independentes por escolas ou a comunidade.

O objetivo deste trabalho foi criar uma estação meteorológica automática capaz de monitorar os elementos climáticos (pressão atmosférica, umidade do ar e temperatura do ar), para preencher uma lacuna de informações ausentes até o momento em nosso município e ao mesmo tempo servir de subsídios pedagógicos em sala de aula.

O Arduino é uma placa microcontroladora que possui aplicações em diferentes programações, onde por meio de sensores é possível inspecionar e alarmar fenômenos climáticos e permitir o planejamento para tomada de decisões estratégicas (ROCKENBACH, 2020). Diante disso, escolhemos esse sistema para construir a estação levando em consideração que o custo benefício é baixo.

Metodologia

A estação meteorológica foi construída utilizando equipamentos eletrônicos de baixo custo, e alguns materiais recicláveis. Como principal componente foi usado a placa microcontroladora Arduino Nano 3.0 ch340, que fez a conexão entre os sensores e o data logger.

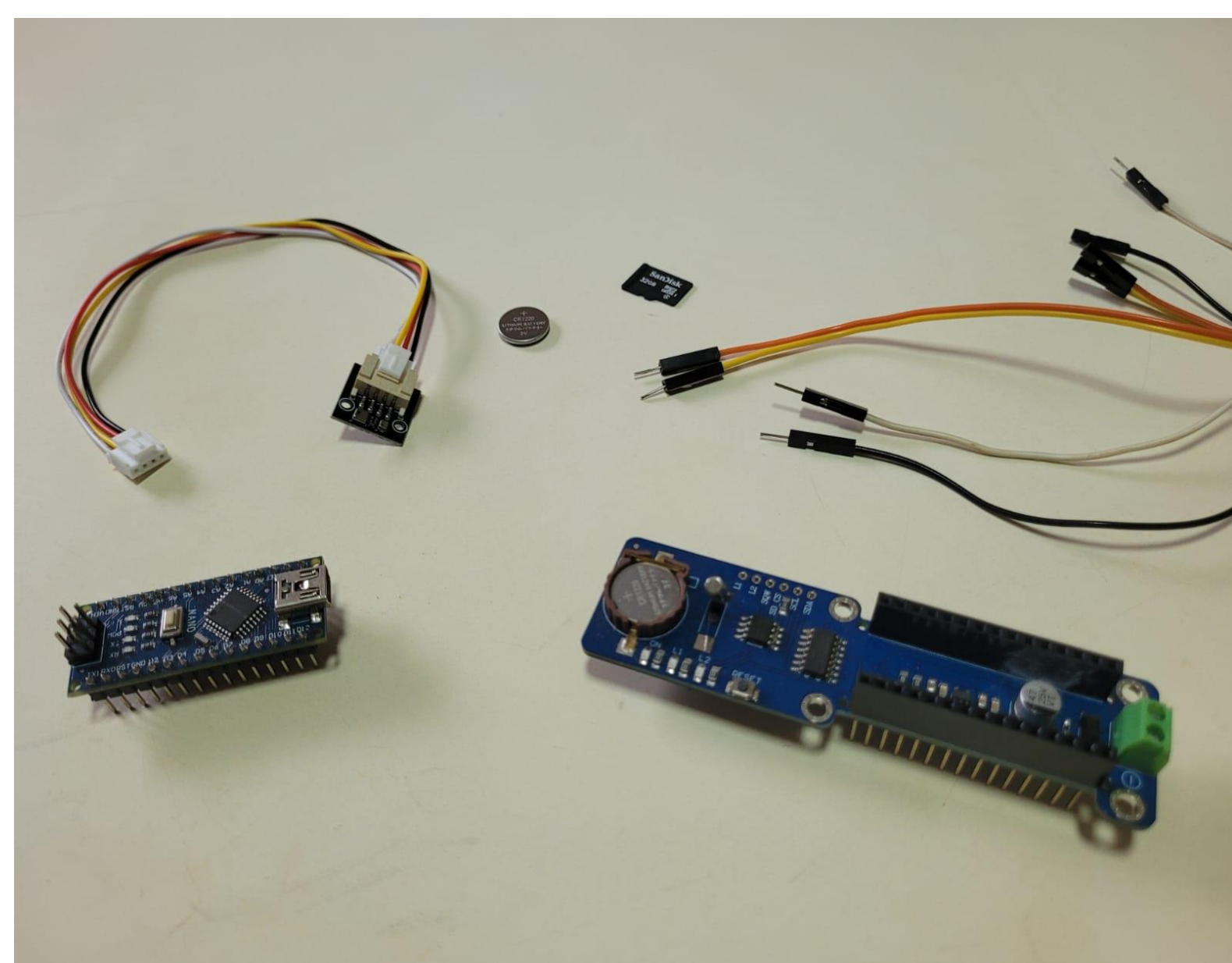
Para obter a pressão atmosférica foi utilizado o sensor BMP 280. A temperatura e umidade do ar foi obtida utilizando o sensor AHT 20 e os dados foram armazenados em um cartão de memória através de um shield data logger com um relógio RTC DS1307.

O abrigo meteorológico foi dividido em duas partes: uma destinada aos sensores, construída com tubo de PVC de 40mm, e outra destinada ao controlador (Arduino e data logger). Esse conjunto foi instalado em uma área aberta longe de árvores e de qualquer obstáculo que pudesse interferir nas leituras. O código utilizado para o gerenciamento dos sensores foi escrito na linguagem de programação C++ e compilado para dentro do Arduino.

Para que todos os sensores funcionassem de maneira adequada foi feito uma calibração tendo como referência uma estação meteorológica automática disponibilizada pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. As duas estações foram instaladas uma ao lado da outra, registrando as mesmas variáveis durante uma semana. Os dados registrados foram trabalhados com regressão linear, que resultou em um fator de conversão fazendo com que as duas estações gerassem os mesmos resultados.

Após a calibração, a estação foi instalada no pátio escolar, onde estão registrando os dados atualmente. Para a análise dos dados foram separados um período de um mês (31 dias) iniciando em 16/08/2023 até 15/09/2023.

Figura 1 – Placa Arduino nano, sensores e acessórios para a estação.



Fonte: os autores

Figura 2 – Estação meteorológica instalada dentro do abrigo.



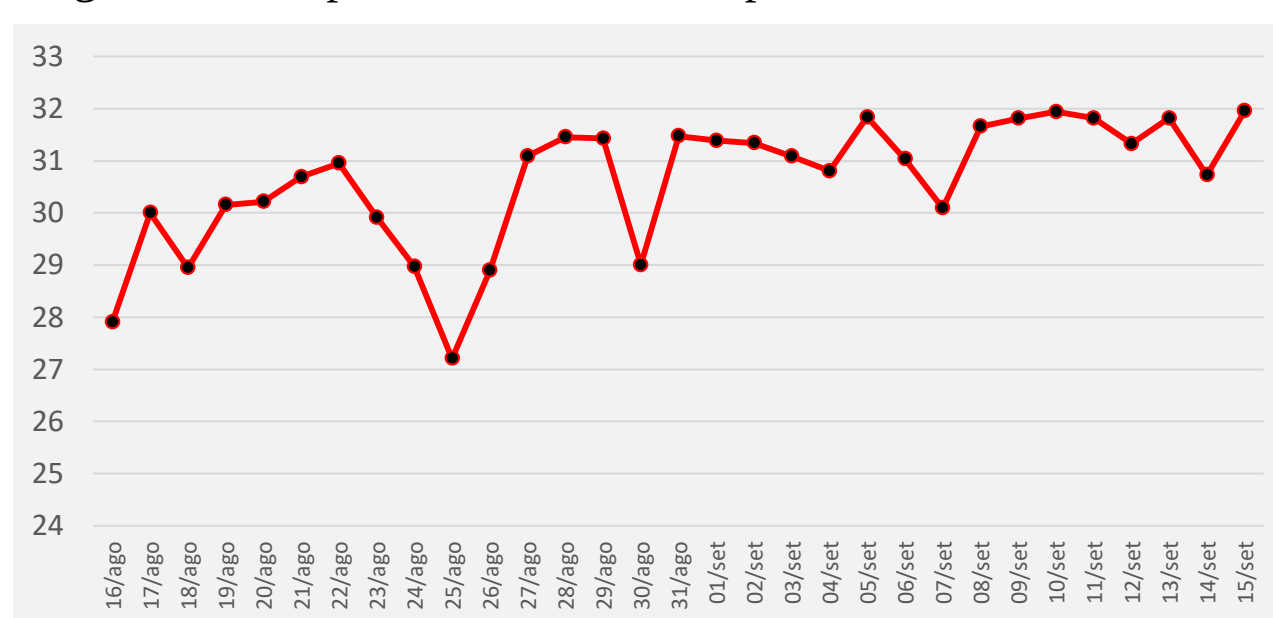
Fonte: os autores

Resultados e discussões

A temperatura foi elevada na maior parte do intervalo de tempo selecionado, resultando em uma média mensal de 30,6°C (Figura 3). A menor média do mês foi de 27,2°C registrada no dia 25/08, e a maior média do mês foi alcançada no dia 15/09 quando registrou 31,9°C. Mesmo estando em período de inverno a temperatura mínima registrada no período foi de 18,06°C, registrada às 6 horas da manhã do dia 16/08. Enquanto que a temperatura máxima do mesmo período foi surpreendentemente 44,6°C às 13h56m do dia 11/09.

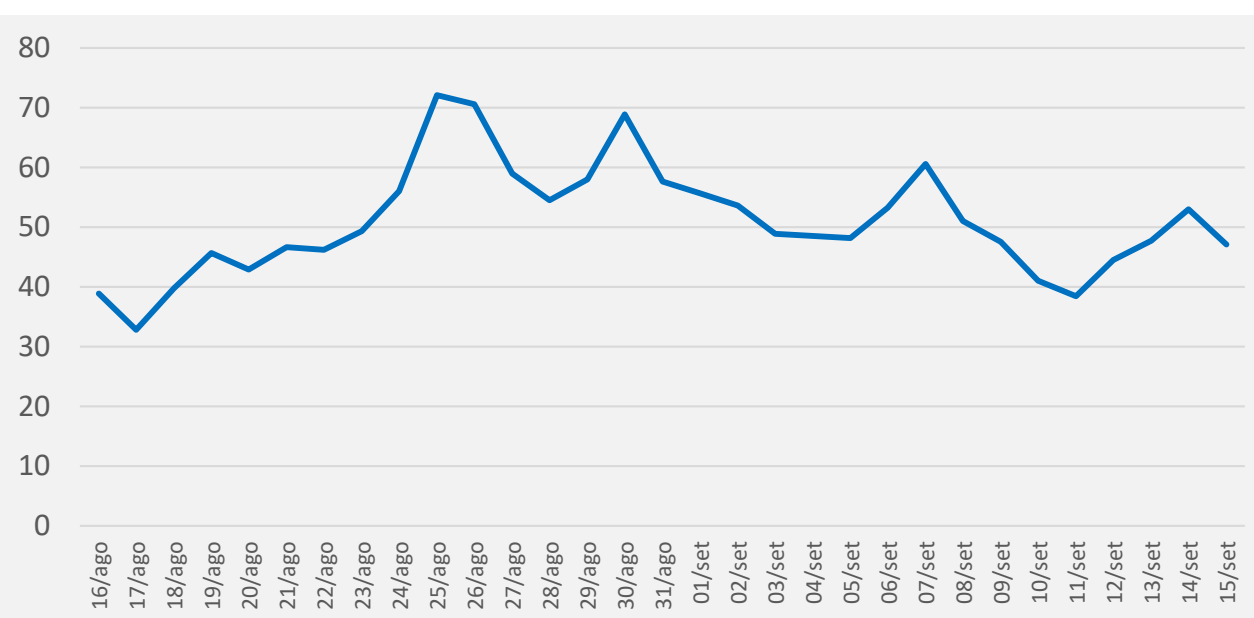
A umidade do ar teve uma média mensal de 50,8%, e a menor média diária sendo observada no dia 17/08 com 32,7% enquanto a maior média de umidade relativa do ar foi de 72% sendo registrada no dia 25/08 (Figura 4). A menor umidade do ar foi registrada no dia 11/08 às 13h40m, ficando com apenas 12,3% enquanto a maior umidade relativa do ar foi de 99,1% às 14h49m do dia 25/08 quando estava acontecendo uma chuva torrencial.

Figura 3 – Temperatura média do ar, período 16/08 a 15/09/2023.



Fonte: os autores

Figura 4 – Umidade do ar média, período 16/08 a 15/09/2023.



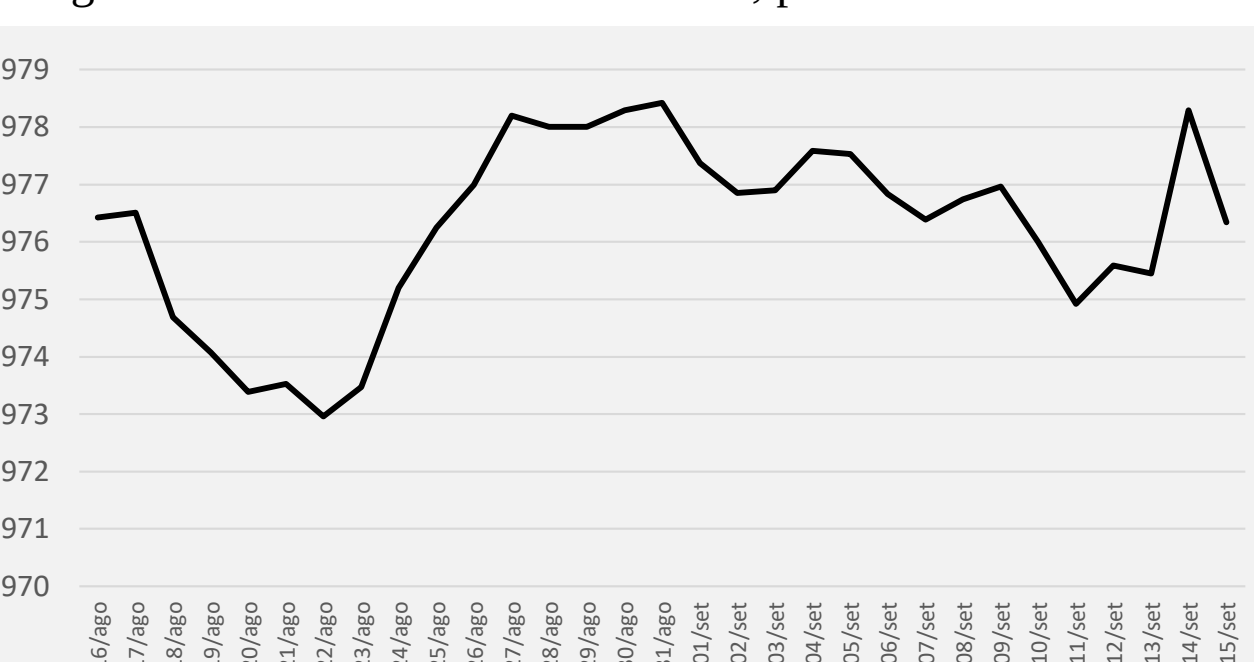
Fonte: os autores

A pressão atmosférica ficou com a média mensal de 973,26 hPa. A maior pressão foi registrada às 9h30m do dia 14/09, sendo 982,09 hPa. Enquanto a menor foi de 969,86 hPa às 15h45m do dia 22/08. De acordo com as observações de Jardim (2011), a pressão atmosférica está sujeita a flutuações horárias, sazonais, altitudinais e latitudinais, o que explica as variações notáveis retratadas no gráfico (Figura 5).

As três variáveis climáticas mantiveram uma relação ao longo do período. Quando a temperatura subia, a umidade do ar e a pressão atmosférica diminuía. Quando a temperatura diminuía a pressão e a umidade aumentavam.

Podemos observar que foi um mês de inverno muito quente com temperaturas acima da média para a região norte de Mato Grosso. Porém de acordo com o INMET (2023), no Brasil o inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961, esse fenômeno foi provocado devido à presença de intensas massas de ar quente e seco, com temperaturas acima de 30°C em grande parte do Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Figura 5 – Pressão atmosférica média, período 16/08 a 15/09/2023.



Fonte: os autores

Conclusões

Após a análise dos resultados concluímos que a construção de uma estação meteorológica com o arduino, se mostrou eficiente e necessária. Os dados coletados foram confiáveis e revelou a atual condição climática que ocorre no Brasil. O projeto desenvolvido por estudantes da escola poderá servir para aprimoramentos futuros permitindo aos leitores compreender e replicar o sistema, adaptando-o às suas próprias necessidades e preferências.

A estação meteorológica também servirá como apoio pedagógico nas aulas de climatologia, contribuindo para a aprendizagem dos alunos em aulas práticas e também servirá como fonte de informação para a população local.

Referências

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2016). Inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961. Ministério da Agricultura e da Pecuária. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em 30 set. 2023.

ROCKENBACH F. R. - Projeto e fabricação de uma estrutura modular para o uso em estações meteorológicas de baixo custo. Dissertação. Mestrado em tecnologias computacionais para o agronegócio. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira: 2020.

SILVA, E. C., TOMMASELLI T. G. - A escola na estação meteorológica: em tempos de mudanças climáticas globais e de sustentabilidade ambiental. 5º Congresso Extensão Universitária da UNESP.

JARDIM, C. H.. Relações entre temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica em área urbana: comparação horária entre dois bairros no município de São Paulo - SP. Geografias. Belo Horizonte, v7. n1, p. 128-142 jan-jun de 2011.