SANDYEVA FRANCIONE SILVA ARAÚJO

O FENÔMENO ILHA DE CALOR URBANA NO ENSINO DE FÍSICA:

USO DO ARDUINO COMO PRODUTO EDUCACIONAL EM ESTUDO PRÁTICO-EXPERIMENTAL

editora FAMEN

SANDYEVA FRANCIONE SILVA ARAÚJO

O FENÔMENO ILHA DE CALOR URBANA NO ENSINO DE FÍSICA: USO DO ARDUINO COMO PRODUTO EDUCACIONAL EM ESTUDO PRÁTICO-EXPERIMENTAL

editora FAMEN

Copyright © 2024 TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À FACULDADE METROPOLITANA NORTE RIOGRANDENSE – FAMEN. De acordo com a Lei n. 9.610, de 19/2/1998, nenhuma parte deste livro pode ser fotocopiada, gravada, reproduzida ou armazenada num sistema de recuperação de informações ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico ou mecânico sem o prévio consentimento do detentor dos direitos autorais. O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade dos autores.

DOI: https://doi.org/10.36470/famen.2024l3

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

A663f Araújo, Sandyeva Francione Silva
O fenômeno ilha de calor urbana no ensino de Física: uso do Arduino como produto educacional em estudo prático-experimental / Sandyeva Francione Silva Araújo. – Natal, RN: Editora FAMEN, 2024.

2 Mb ; PDF; il.

ISBN: 978-65-87028-38-5.
DOI: https://doi.org/10.36470/famen.2024l3.

1. Ciências da Educação. 2. Ensino de Física. 3. Arduino 4. Ilha de calor. I. Título.

CDD: 530
CDU: 53.07

Elaborada pelo Bibliotecário Miqueias Alex de Souza Pereira CRB – 15/925

Índice para Catálogo Sistemático:
1. Física – 530
2. Aparelhos para produção e estudo dos fenômenos – 53.07

editora FAMEN

Rua São Severino, n. 18, Bairro Bom Pastor, Natal/RN, CEP: 59060-040 CNPJ: 23.552.793/0001-57, Inscrição Estadual: 204392322, Inscrição Municipal: 2142633, editora@famen.edu.br e telefone: (84) 3653-6770.

CONSELHO EDITORIAL

Editora-Chefe: Doutora Andrezza M. B. do N. Tavares, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal, RN, Brasil.
Editor Adjunto: Doutor Fábio Alexandre Araújo dos Santos, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal, RN, Brasil.
Diagramação: Eddean Riquemberg C. Xavier e Miqueias Alex de Souza Pereira
Projeto Gráfico: Eddean Riquemberg C. Xavier
Normalização: Miqueias Alex de Souza Pereira
Revisão de Textos: Professor Doutor Dayvyd Lavaniery Marques de Medeiros
Ilustração da Capa: Tamires Suelen Carvalho Fagundes
Capa: Eddean Riquemberg C. Xavier

CONSELHO EDITORIAL INTERNACIONAL

Presidente: Doutor Manuel Tavares (Universidade Nove de Julho – Brasil)
Doutor Bento Duarte da Silva (Universidade do Minho – Portugal)
Doutor Dionísio Luís Tumbo (Universidade Pedagógica de Maputo – Moçambique)
Doutor Gabriel Linari (Universidade de Buenos Aires – Argentina)
Doutora Cristina Rafaela Riccí (Universidade Nacional de Lomas de Zamora – Argentina)
Mestre Gustavo Adólfo Fernández Díaz (Centro de Formación Técnica de la Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso – Chile)
Mestre Manuel Teixeira (Instituto Superior de Ciência de Educação – Angola)
Doutora Antonia Dalva França Carvalho (Universidade Federal do Piauí – Brasil)
Doutora Elda Silva do Nascimento Melo (Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Brasil)
Doutora Karla Cristina Silva Sousa (Universidade Federal do Maranhão – Brasil)
Doutora Márcia Adelino da Silva Dias (Universidade do Estado da Paraíba – Brasil)
Doutor Adir Luiz Ferreira (Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Brasil)
Doutora Giovana Carla Cardoso Amorim (Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Brasil)
Doutora Lucila Maria Pesce de Oliveira (Universidade Federal de São Paulo – Brasil)

COMITÊ CIENTÍFICO DA ÁREA DE CIÊNCIAS HUMANAS

Presidente: Doutor Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN - Políticas Públicas).
Doutora Juliana Alencar de Souza (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN – Psicologia)
Doutor Júlio Ribeiro Soares (Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – UERN – Educação)
Doutora Leila Salim Leal (Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Comunicação Social)
Doutora Christiane Mylena Tavares de Menezes Gameleira (Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA – Engenharia Civil)
Doutor José Rodolfo Lopes de Paiva Cavalcanti (Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UFRN – Psicobiologia)
Doutora Kadydja Karla Nascimento Chagas (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Educação Física)
Doutor Avelino de Lima Neto (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Filosofia)
Doutor Sérgio Luiz Bezerra Trindade (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – História)
Doutor Eduardo Henrique Cunha de Farias (Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNIRN – Biologia)
Doutor Bruno Lustosa de Moura (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Física)
Doutora Maria da Conceição Monteiro Cavalcanti (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB – Administração)
Doutor José Moisés Nunes da Silva (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Matemática)
Doutora Francinaide de Lima Silva Nascimento (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Educação)
Doutor José Paulino Filho (Instituto de Educação Superior Presidente Kennedy – IFESP – Matemática)
Doutor Marcos Torres Carneiro (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN – Educação)
Doutor Bernardino Galdino de Sena Neto (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Pedagogia)
Doutor José Flávio da Paz (Universidade Federal de Rondônia – UNIR – Estudos Linguísticos)
Doutora Laércia Maria Bertulino de Medeiros (Universidade Estadual da Paraíba- UEPB – Educação)
Doutora Maria das Graças de Almeida Baptista (Universidade Federal da Paraíba – UFPB – Educação)

Doutor Antonio Marques dos Santos ((Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Física)
Mestre Maria Judivanda da Cunha (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN - Biologia)
Mestre João Maria de Lima (Escola da Assembleia Legislativa do Rio Grande do Norte – Linguística)
Mestre Eric Mateus Soares Dias (Escola da Assembleia Legislativa do Rio Grande do Norte - Gestão Ambiental)
Mestre Adriel Felipe de Araújo Bezerra (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN – Antropologia)
Mestre Luiz Antonio da Silva dos Santos (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN - Educação Informática)
Mestre Rayssa Cyntia Baracho Lopes Souza (Faculdade do Maciço do Baturité – FMB –Educação)
Mestre Valdete Batista do Nascimento (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN - Direito)
Mestre Wendella Sara Costa da Silva (Faculdade Metropolitana Norte Riograndense – FAMEN - Geografia).

SOBRE A AUTORA

SANDYEVA FRANCIONE SILVA ARAÚJO

Licenciada em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Santa Cruz, Mestra em Educação Profissional pelo Programa de Pós-graduação em Educação Profissional (PPGEP/IFRN) e membro do Grupo de Pesquisa Observatório de Políticas Públicas em Educação Profissional – OPPEP/IFRN. Desenvolve pesquisas voltadas para a produção do conhecimento, estratégias para promoção da aprendizagem significativa e em defesa da educação pública de qualidade.

editora FAMEN

ÍNDICE REMISSIVO

A
Aprendizagem – 17, 18, 24, 45, 46.
Arduino – 17, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 51, 53, 54, 78.

C
Conforto – 20, 30, 32, 33, 35, 69.

D
Desconforto – 23, 27, 33, 34, 35, 36, 59, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75.

E
Ensino – 17, 18, 19, 24, 25, 43, 45, 46, 47, 48.

F
Física – 17, 18, 20, 21, 22, 24, 37, 43, 45, 46, 47, 48, 79.

I
Ilha de calor – 19, 21, 22, 23, 27, 29, 31, 37, 38, 39, 40, 45, 47, 48, 54, 59, 63, 70, 71, 78, 79.

P
Prática – 23, 31, 73, 80.

S
Santa Cruz – 17, 19, 21, 23, 24, 25, 57, 59, 63, 64, 66, 68, 78, 79.

T
Tecnologia – 17, 18, 19, 23, 25, 43, 45, 46, 80.
Temperatura – 20, 21, 27, 29, 32, 33, 34, 36, 39, 42, 45, 52, 54, 57, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 79.

U
Umidade – 27, 31, 33, 36, 42, 54, 57, 59, 60, 62, 66, 68, 72.

Z
Zona rural – 23, 51, 59, 63, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 79.
Zona urbana – 23, 63, 66, 68, 70, 74, 79.

APRESENTAÇÃO

SANDYEVA FRANCIONE SILVA ARAÚJO

editora FAMEN

APRESENTAÇÃO

O uso das tecnologias da informação tem se mostrado uma realidade no presente e um futuro certo no processo de ensino-aprendizagem em todas as áreas da educação, se tornando, assim, necessário pensarmos em estratégias para que a atuação do professor e da professora dialogue com este fato. Articular a metodologia de inserção desta ferramenta tecnológica com temas atuais e presentes no dia a dia dos alunos possibilita potencializar a formação integral prezando pela criticidade aos problemas sociais.

Neste sentido, o tema da Ilha de Calor Urbana se apresenta como influência direta na vida do ser humano, tornando-se um alerta necessário e provocando a reflexão sobre o contexto ambiental no qual estamos inseridos. Com o objetivo de confirmar a importância dos conceitos relacionados à Física Térmica nessa promissora área de pesquisa, e de demonstrar o uso da prática experimental como fonte de informações para discussão dos conteúdos nas aulas de física, apontamos para o uso de alguns recursos tecnológicos como alternativa criativa e prática de aproximação da Ciência com aquele que a estuda.

Assim, foi realizado um estudo de caso através da prática experimental utilizando a plataforma Arduino como instrumento de coleta de dados. Foram construídas duas miniestações meteorológicas como instrumento de coleta de

dados com o objetivo de investigar a presença de Ilha de Calor Urbana no município de Santa Cruz/RN. Instaladas simultaneamente na Zona Urbana dentro do *Campus* do IFRN e na Zona Rural, na Comunidade Umbu, obtemos a Temperatura e a Umidade Relativa do ar, como duas das características deste fenômeno.

Após analisar os resultados coletados concluímos que a classificação da Ilha de Calor Atmosférica para essa localidade é majoritariamente de intensidades fraca e moderada. De posse dos dados coletados, também foi possível calcular o índice de desconforto térmico para as zonas rural e urbana no intervalo de tempo do experimento, apresentando a influência direta na vida humana experimentada pela população e transeuntes do município de Santa Cruz/RN.

Sandyeva Francione Silva Araújo

PREFÁCIO

MÁRCIA REJANE DOS SANTOS GOMES MAIA
Mestra em Ciências Climáticas – UFRN

editora FAMEN

PREFÁCIO

Prezados leitores,

Tenho o prazer de apresentar o trabalho dedicado à exploração do fenômeno da Ilha de Calor Urbana no contexto do ensino de Física e ao uso inovador do Arduino como uma ferramenta educacional no desenvolvimento de estudos práticos e experimentais. Este trabalho é fruto do esforço incansável e da paixão pela educação e pela ciência da autora, Sandyeva Francione, que demonstrou um comprometimento notável em tornar o ensino de Física mais acessível, envolvente e relevante.

Ao longo das páginas que se seguem, Sandyeva nos guiará por uma jornada que nos levará das teorias científicas até a aplicação prática e concreta do conhecimento. A Ilha de Calor Urbana é um fenômeno climático complexo, mas a referida autora descomplica-o de maneira excepcional, tornando-o compreensível e relacionável para estudantes e educadores.

O uso do Arduino como uma ferramenta pedagógica inovadora é um dos pontos marcantes deste trabalho. A autora demonstra como esta plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto pode transformar a maneira como ensinamos e aprendemos física. Este trabalho é um exemplo brilhante de como a paixão, a dedicação e a inovação podem moldar a educação e inspirar o próximo passo na evolução do ensino de Física.

Portanto, convido vocês a mergulharem neste trabalho inspirador e a se deixarem cativar pela visão da autora sobre a educação e a ciência. Que esta obra seja uma fonte de inspiração para educadores, estudantes e entusiastas da Física, promovendo uma abordagem mais prática, envolvente e apaixonada para o ensino e a aprendizagem.

Boa leitura!

Márcia Rejane dos Santos Gomes Maia
Mestra em Ciências Climáticas – UFRN

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 – INTRODUÇÃO **17**

CAPÍTULO 02 – ILHA DE CALOR URBANA COMO FENÔMENO **27**

CAPÍTULO 03 – PANORAMA DA PRODUÇÃO ACADÊMICA ACERCA DO ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA (2012 – 2020) ... **45**

CAPÍTULO 04 – PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO: MATERIAIS E MÉTODOS **51**

CAPÍTULO 05 – ANÁLISE DOS DADOS: O QUE DIZEM OS RESULTADOS? **59**

CAPÍTULO 06 – CONSIDERAÇÕES FINAIS **78**

REFERÊNCIAS **81**

APÊNDICES **85**

POSFÁCIO **99**

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

editora FAMEN

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O conteúdo deste livro é uma adaptação do Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido entre os anos de 2020 e 2021, como requisito para conclusão da Licenciatura Plena em Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Santa Cruz.

Observamos o cenário de formação e atuação docente no Brasil como um caminho tortuoso, com diversos obstáculos e intensas lutas, um país marcado pelo quadro de negação da importância e da seriedade da ciência junto a desvalorização da Educação que se refletiu em níveis alarmantes no período de pesquisa do tema, impactando na credibilidade e na potencialidade do perfil profissional e social dos professores e das professoras.

Percebemos que na área das ciências exatas este caminho fica ainda mais estreito e nos inquietamos pensando como fortalecer o lugar do professor e da professora de Física, que já enfrentava dificuldades para estabelecer a relação de ensino-aprendizagem no ensino tradicional. Assim, apresentamos neste E-book uma possibilidade de complemento pedagógico não apenas durante sua atuação, mas também em sua formação.

Buscamos na inovação tecnológica auxílio para este processo, nos encontrando com a tecnologia arduino e nos propondo a apresentar seu uso na construção de um produto

educacional tornando-o aliado no ensino tradicional para formação e atuação do professor. Para a demonstração deste produto articulamos seu uso a discussão da educação ambiental como tema relevante para a formação social, que associada a educação cientifica nos dá um fôlego para a formação integral, consciente e crítica.

No cenário de ensino-aprendizagem como característica da formação e atuação docente, consideramos como função do professor/pesquisador aproximar o conteúdo formativo da realidade do aluno. Com isto, indicamos a experimentação através das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como alternativa na minimização deste distanciamento, tornando a construção da ciência atrativa, significativa e crítica, estimulando o desenvolvimento intelectual e a inclusão social.

Logo, o professor/pesquisador precisa construir um perfil ativo e criativo fazendo com que a educação transcorra numa ação de cooperação e interação mútua em sua atuação, onde ele torna-se um estimulador do processo educativo.

Apresentamos então uma possibilidade de instrumento e de sua utilização de forma que, o processo de ensino-aprendizagem seja reconhecido e valorizado através de sua materialização indicando como tão real quanto possível fazer da ciência uma ferramenta concreta para humanidade e contribuir para a promoção da educação científica na educação profissional para professores de física, pois

> Queremos defender que existem propostas educacionais que se orientam por princípios democráticos e emancipadores, articulados com os interesses populares, que podem subsidiar projetos para a construção de um ensino de ciências coadunado com movimentos pedagógicos orientados para a democratização do saber sistematizado, tomado como instrumento de compreensão da realidade histórica e para o enfrentamento organizado dos problemas sociais (Teixeira, 2003, p. 179).

Seguindo esse ideário disponibilizamos a relação de materiais e métodos para construção de uma miniestação meteorológica utilizado neste E-book para investigar a presença de ilha de calor urbana no município de Santa Cruz/RN, tendo em vista que sua motivação foi a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido no ano de 2021, no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRN) *campus* Santa Cruz, demonstrando o envolvimento da formação profissional oferta pelo Instituto com os temas locais.

Defendemos neste trabalho o impacto positivo e possibilidade de contribuição para a comunidade levando o processo de formação para além dos muros da Instituição de ensino, colocando em pauta os problemas locais e temas da atualidade.

A inovação tecnológica como ferramenta na atuação profissional docente se mostra, a partir da democratização da ciência, em discussão no aspecto que, "a questão que se coloca é

como as descobertas científicas podem chegar ao conhecimento não somente daqueles que estão envolvidos com a ciência, como também do cidadão[...]" (Oliveira, 2013, p. 106).

Assim, demonstramos o uso do produto aqui apresentado articulando a formação de professores de física e, como objeto de investigação, um fenômeno ambiental que traz consigo consequências diretas para o corpo humano. Assim, para que se torne possível e coerente o estudo apresentado se mostra relevante compreender brevemente a qual campo de estudos ele se associa no currículo dos cursos de física.

O fenômeno que investigamos tem por campo de concentração a termodinâmica clássica que, apesar de se debruçar em sistemas constituídos de um elevado número de partículas, fornece uma razoável descrição das propriedades térmicas por meio de parâmetros macroscópicos. Dentre os conceitos geralmente utilizados e amplamente difundidos estão a *temperatura* e o *calor*.

O termo Temperatura está relacionado a estimativa da energia cinética média dos átomos presentes em uma substância, enquanto chamamos de calor a energia fluindo de um corpo para o outro, compostos por esta substância, e para designar o nosso estado de conforto térmico associando o *calor* a sensação de quente no ambiente (Rodrigues; Cunha, 2014).

Quando visualizamos as expressões reais envolvidas com a termodinâmica, naturalmente pensamos na sensação de calor

em nossos corpos, sendo provocados a refletir sobre o contexto ambiental que estamos inseridos. É sabido que, ao mencionar de questões ambientais, o debate popular é o Aquecimento Global, que representa um real exemplo da intensificação dos impactos da ação antrópica sobre a natureza. Mas, o tema aqui discutido terá uma menor abrangência, a discussão sobre a alteração climática se dará através das Ilhas de calor.

Entendemos como ilha de calor o acúmulo de energia térmica contido na fronteira da malha urbana de uma cidade, podendo ser observadas através de estudos sobre a temperatura (Fialho, 2012). O estudo é realizado no município de Santa Cruz localizado na região do Trairi no Rio Grande do Norte, norteado pela seguinte questão: Há a presença de Ilha de Calor Urbana no município de Santa Cruz/RN?

Observamos que as notícias acerca dos impactos ambientais instaurados pelo mal planejamento das cidades mostra-se terreno fértil para a apreensão significativa e crítica da Física, relacionando-a a qualidade de vida. E as influências desses impactos podem ser avaliadas por meio das mudanças climáticas ocorridas onde o processo de urbanização foi se consolidando. Logo, não poderemos prosseguir nesse estudo sem levarmos em consideração o conceito de clima.

Chamamos de clima o conjunto de condições meteorológicas de uma região, depende de fatores como radiação solar, vento, vegetação, montanhas, ou seja, condições naturais,

cada região da Terra tem um clima próprio. “Os jovens em formação em todos os níveis da educação nacional necessitam de informações que os propiciem refletirem criticamente para a tomada de atitudes diante de situações complexas como as questões ambientais” (Fogaça, 2013, p. 25).

A análise Física do meio ambiente nos mostra expressões da natureza e como se comporta quando adulterada, e a melhor forma de se trabalhar essas questões é através da investigação, propiciando uma construção empírica do conhecimento e obtenção de respostas. Algumas mudanças climáticas acontecem quando os elementos deste clima sofrem alterações pela mão do homem, por exemplo, que quando não controlada se torna um agravante que precisa urgentemente de nossa atenção.

Entender suas causas e efeitos é o primeiro passo para buscar um caminho que amenize as consequências das ações humanas que com o tempo e à proporção que tomam podem se tornar potencialmente irreversíveis. Aqui, podemos reconhecer que a apresentação dessa problemática, pode ser um terreno fértil para a conexão entre o desenvolvimento da ciência na formação docente dentro de um contexto bastante nítido.

A ilha de Calor Urbana se mostrou, segundo a literatura, uma influência direta na vida da sociedade, sendo assim, passou a ser vista como um alerta necessário amadurecendo esta pesquisa. Provocados também pela necessidade local de se entender o processo entre o homem moderno, e a resposta da

natureza à suas ações, percebemos a importância da investigação do fenômeno no ambiente onde acontece a dinâmica do Instituto Federal, partindo da construção do conhecimento em busca de uma contribuição na exposição das mudanças que afetam a qualidade de vida da população no município que a acolheu.

Desenvolvemos uma investigação acerca do fenômeno Ilha de Calor Urbano na cidade de Santa Cruz/RN, através de uma atividade prática - experimental utilizando a tecnologia Arduíno disponibilizando um produto educacional e apresentando como consequência direta o desconforto térmico.

Foi utilizado como estratégia para esta pesquisa o estudo de caso, um método de pesquisa com dados qualitativos de um evento real inserido em um contexto particular (Branski; Franco; Lima Júnior, 2010). Afetado pelo contexto pandêmico no período de execução da pesquisa, que impossibilitou a coleta diversificada de dados, nos limitando à apenas um dia de medição nos locais determinados, a saber: o *Campus* do IFRN/SC representando um ponto na Zona Urbana e a Comunidade Umbú, representando o ponto na Zona Rural, do município de Santa Cruz.

A investigação proposta nesse E-Book se apresenta como uma ferramenta exploratória e ilustrativa, visto que não há dados suficientes para generalizar seu resultado (Graham, 2010). Com um caráter experimental, para a sua construção e embasamento foi realizado pesquisas bibliográficas acerca do tema em

repositórios voltados para o Ensino de Física e através do mecanismo de buscas em bancos de dados acadêmicos de acesso livre, chamado *Google Acadêmico*.

De acordo com Higa e Oliveira (2012), observamos que a experimentação realizada, com foco na aprendizagem para tornar a formação mais consistente, pode seguir duas vertentes, sendo elas: a compreensão da atividade científica, na qual envolve a importância da construção do conhecimento científico e o entendimento de que há um processo entre compreender teoricamente o fenômeno, desenvolver o experimento e analisar seus resultados para que a ciência seja compreendida; a segunda vertente trata da experimentação como meio de articulação para conhecimentos teóricos e práticos. Na especificidade deste trabalho entendemos que a primeira vertente demonstra o efeito que se espera causar no leitor, enquanto a segunda vertente identifica a experiência da realização da pesquisa.

A educação de qualidade como direito deve servir à compreensão do mundo que nos cerca e, quando possível, à resolução dos problemas da sociedade e do universo sabendo que a urgência das questões ambientais não é novidade da mesma forma que não é discreta.

Escolhida como campo de estudo para esta pesquisa, o município de Santa Cruz está situado na Borborema Potiguar, conhecida popularmente como Região do Trairi, no estado do Rio Grande do Norte. Ocupa hoje uma área de 624 Km^2 e fica

localizada na Região Nordeste do Brasil, na delimitação com o clima descrito como semiárido quente e sua vegetação é a caatinga. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2020 possuía uma estimativa de 39.988 habitantes. A região do semiárido brasileiro é o semiárido mais povoado do mundo, iniciando sua ocupação na época do Brasil colonial quando se buscava terras para a criação de gado para os senhores de engenho. Em 2006 a região semiárida contava com 42% da população do Nordeste.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2023 a cidade de Santa Cruz fica em 10º lugar no estado no Ranking habitacional e 1º na Borborema Potiguar, sua economia gira em torno do comércio religioso e da instalação das Instituições de Ensino como o Instituto Federal de Ciência e tecnologia do Rio grande do Norte e a Faculdade de Ciências da Saúde/FACISA – UFRN.

Além disso, há a concentração de grandes lojas e mercados fazendo com que pessoas de outros municípios circunvizinhos se estabeleçam no centro urbano em busca de emprego e moradia. Estes pontos fizeram com que a área urbanizada da cidade crescesse, aumentando a quantidade de casas, prédios, e tráfego veicular diário, a última atualização realizada pelo IBGE dos dados referentes à arborização de vias públicas data de 2010, sendo 56,4%; contribuindo para a formação das Ilhas de Calor.

CAPÍTULO II

ILHA DE CALOR URBANA COMO FENÔMENO

editora FAMEN

CAPÍTULO II – ILHA DE CALOR URBANA COMO FENÔMENO

Este capítulo irá conceituar o fenômeno Ilha de Calor Urbana assim como os temas relacionados à sua presença e envolvidos no desenvolvimento da pesquisa como Umidade Relativa do Ar (o qual a partir de agora será identificada por (UR), Desconforto Térmico e Arduíno. Os autores apresentados são Alves (2010), Frota e Schiffer (2001), Fialho (2012), Leal *et al* (2017), Oliveira Jr. *et al* (2015), Fialho e Azevedo (2009).

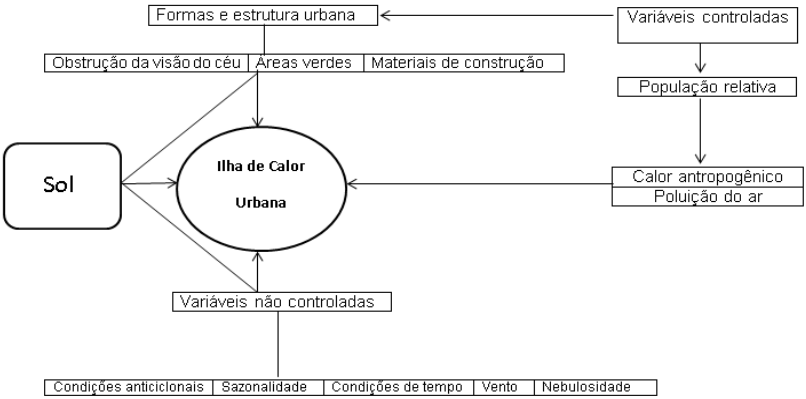
ILHA DE CALOR URBANA

A urbanização é um processo de organização espacial com a concentração de uma população em um limite territorial com alguns pontos característicos importantes os quais formam uma base para o novo modelo de civilização baseado na industrialização como cita Alves (2010), como a construção de casas e prédios, instalação de fábricas, a frota veicular, e nisto o uso de materiais de construção que facilitam a retenção de calor nos ambientes, pois absorvem muita radiação solar e pouco refletem, contribuindo para o aumento da temperatura local. A dinâmica no espaço urbano foi reforçada pela modernização das formas de trabalho. O êxodo rural, que ocorre quando as pessoas

do campo se mudam para as cidades tentando acessar um mercado de trabalho com mais oportunidades concentra ainda mais o capital financeiro e humano da industrialização em um espaço limitado do território, os centros urbanos, provocando um aumento expressivo e acelerado na urbanização da localidade.

Segundo Frota e Schiffer (2001) "Uma aglomeração urbana não apresenta, necessariamente, as mesmas condições climáticas relativas ao macro clima regional na qual está inserida". Cada cidade gera em seu espaço um clima próprio correspondente às interferências realizadas e seu formato de construção (Alves, 2010). A substituição do solo natural pelas artificiais como consequência das ações antrópicas desequilibram o "balanço" de energia térmica e afeta o ambiente local, logo a qualidade de vida. Este balanço se refere à diferença entre a energia solar que atinge a superfície e é absorvida pela terra e a energia emitida por um corpo atingido ou pela própria superfície. Além dessas superfícies artificiais como a pavimentação e prédios, tem como causa deste desequilíbrio também a poluição atmosférica e a localização geográfica. Segue um esquema para melhor compreensão das influências macroscópicas envolvidas na formação do fenômeno.

Figura 1 – variáveis responsáveis pela formação da ilha de calor



Fonte: Fialho (2012).

Esse desequilíbrio é observado a partir do aumento expressivo de temperatura em áreas urbanas quando comparado com seus arredores rurais, e da sua baixa variação entre as temperaturas máximas e mínimas durante o dia. Estas massas de ar quente concentradas pontualmente em áreas específicas é o que chamaremos de ilha de calor urbana (ICU). Esse nome se dá devido a apresentação topográfica da taxa de calor no centro da cidade ser estruturalmente parecido com as curvas de nível da topografia de uma ilha geográfica.

Estudos vêm sendo desenvolvidos por muitos pesquisadores acerca do clima urbano desde 1920 (Fialho, 2012). Os efeitos da mudança climática têm consequências diretas na vida dos humanos, desde o convívio social ao caráter fisiológico, influência na roupa que vestimos, no alimento que ingerimos e

nos locais que frequentamos (Leal *et al*, 2017). É natural do ser humano buscar lugares que proporcionem conforto térmico para que o corpo gaste menos energia ao se adaptar ao ambiente, seja por frio extremo ou calor extremo.

São muitos os motivos para aumento da urbanização e depredação das áreas vegetais nos municípios, podendo citar entre eles os interesses do mercado capitalista, interesses políticos e até mesmo descaso da própria população, mesmo sentindo as consequências manifestadas todos os dias que desorganizam e deterioram a qualidade de vida (Alves, 2010).

Como traz Nunes (2002, p. 5):

> As alterações ambientais ocorrem em uma dinâmica social e econômica quando, dentro do processo de urbanização, o homem, buscando satisfazer suas necessidades biológicas e culturais, nem sempre considera os aspectos básicos da natureza local. Em geral, dentro deste processo, existe uma divergência de interesses e um desentendimento entre as linguagens ambiental e econômica.

No século XXI o anseio pela comodidade artificial e geração de lucros nitidamente ultrapassa a preocupação de qual futuro deixaremos para as próximas gerações na perspectiva de vida natural. O que mantêm a vida humana nos princípios básicos de

existência é a natureza, mas apesar de insubstituível não dispões de um cuidado preponderante.

UMIDADE DO AR

Explicar o que é umidade não é uma tarefa difícil, este termo faz parte do nosso cotidiano e, no geral, é uma definição compreendida na prática. Sabemos que ao dizer, por exemplo, que um pedaço de pano está úmido, há presença de água na peça de tecido dando a essa um aspecto de molhado. Da mesma forma nos referimos ao ar nos dias de chuva, mas essa umidade não está presente no ar apenas em dias chuvosos, o vapor de água faz parte da mistura atmosférica.

A umidade do ar é variável que diz a quantidade de vapor de água contida em certo volume de ar, sendo geralmente expressa em g/m^3; ela pode ser descrita como Umidade absoluta a qual se refere a quantidade total de vapor de água no ar e Umidade Relativa, que expressamos através da porcentagem sendo 0% a ausência do vapor de água e 100% a quantidade máxima que pode ser atingida (Magalhães Filho, 2006).

ILHA DE CALOR, UMIDADE RELATIVA E CORPO HUMANO

Os fatores responsáveis pelas mudanças na paisagem afetam as condições de vida Fialho (2012). Em locais considerados

quentes, o nível alto de energia térmica presente não permite que o corpo humano transfira a energia gerada em seu organismo em quantidade necessária para manter o equilíbrio térmico interno, uma vez que a energia flui do corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura em uma taxa mais alta do que o processo inverso. Dessa forma, fazendo com que o organismo trabalhe para resistir ao aquecimento que a movimentação corporal produz, causando o que chamamos grosseiramente de preguiça ou indolência. Compreendendo que,

> Quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico e sua capacidade de trabalho, desse ponto de vista, é máxima. Se as condições térmicas ambientais causam sensação de frio ou de calor, é porque nosso organismo está perdendo mais calor ou menos calor que o necessário para a manutenção da homeotermia, a qual passa a ser conseguida com um esforço adicional que sempre representa sobrecarga, com queda do rendimento no trabalho, até o limite, sob condições de rigor excepcionais, perda total de capacidade para realização de trabalho e/ou problemas de saúde (Frota; Shiffer, 2001, p. 15).

O conforto térmico não é apenas uma necessidade individual, na perspectiva da vida em sociedade é possível perceber que a influência da interação do indivíduo na dinâmica de sustentação de um modelo socioeconômico se torna

significativamente importante, sendo assim mais um ponto crítico deste tema, tratamos também de uma necessidade coletiva.

A taxa de perda para o ambiente deve ser de 80% da energia gerada pelo metabolismo para que haja um equilíbrio termodinâmico no corpo, pois o organismo humano deve se manter a uma temperatura em torno de 37°C, Alves (2011).

Quando sentimos o ar seco significa que a umidade do ar está baixa e isso facilita para que sejamos acometidos por doenças respiratórias como rinite, sinusite e uma série de alergias. Isso ocorre porque quando respiramos é o vapor de água presente no ar que lubrifica nossas narinas, e esta umidade se relaciona com a temperatura da seguinte forma:

$$\uparrow Umidade \ = \ Temperatura \downarrow$$
$$\downarrow Umidade \ = \ Temperatura \uparrow$$

O que nos mostra mais um problema causado pelas Ilhas de Calor Urbana refletindo diretamente na sensação de desconforto no ambiente, visto que tanto a UR baixa quanto a temperatura alta, são fatores que interfere no conforto humano no ambiente.

DESCONFORTO TÉRMICO

Foi publicado na Revista Energia na Agricultura por Oliveira Júnior *et al* (2015) um trabalho relatando o desenvolvimento de um aplicativo, que está disponível no Play Store* para o sistema Android chamado Orvalho. Este aplicativo calcula o Índice de Desconforto Térmico utilizando a seguinte equação:

$$ID = 0{,}99 * Ta + 0{,}36 * Tpo + 41{,}5 \qquad (1)$$

Ta: Temperatura do Ar (°C)

Tpo: Temperatura de ponto de orvalho (°C)

A temperatura de ponto de Orvalho se relaciona com a Temperatura do Ar e a UR em uma equação que não iremos desenvolver neste trabalho, o cálculo é feito automaticamente pelo aplicativo conforme os dados são inseridos (Oliveira Jr. *et al*, 2015).

Os índices de referência para determinar o estado térmico estão dispostos abaixo:

Quadro 1 – Índice de desconforto humano

CONDIÇÃO	ESTADO TÉRMICO
ID > 80	Estressado devido ao calor
75 ≤ ID ≤80	Desconfortável devido ao calor
60 ≤ ID < 75	Confortável
55 ≤ ID < 60	Desconforto devido ao frio
ID < 55	Estresse devido ao frio

Fonte: Oliveira Júnior *et al* (2015).

> O uso de um aplicativo, ou algoritmo específico para a resolução desses índices de conforto térmico, contribui para uma avaliação mais ágil e consistente, visto a complexidade que tais índices podem demonstrar em resoluções parcialmente manuais (Oliveira Júnior *et al*, 2015, pág. 156).

A praticidade de um programa que sistematize o cálculo das variáveis de forma rápida e com resultados precisos pode ser visto como um recurso positivo no processo científico. No trabalho acerca dos índices de desconforto térmico na cidade de Cuiabá/MT (França *et al*, 2015) está apresentada outra equação na qual a UR é inserida diretamente em seus termos:

$$IDT = Ta - (0{,}55 - 0{,}0055 * UR) * (Ta - 14{,}5) \quad (2)$$

Ta: Temperatura do Ar (°C)

UR: Umidade Relativa do ar (%)

Ao utilizar essa equação a tabela de referência passa a ser a seguinte:

Quadro 02 – Índice de desconforto térmico

IDT (°C)	NÍVEL DE DESCONFORTO TÉRMICO
IDT < 24	Confortável
24 ≤ IDT ≤26	Parcialmente confortável
26< IDT < 28	Desconfortável
IDT ≥ 28	Muito desconfortável

Fonte: França *et al* (2015).

Mesmo sendo equações de Oliveira Jr *et al* (2015) e França *et al* (2015) visualmente diferentes, espera-se que o comportamento da curva permaneça inalterado. Logo, faremos uso das equações (1) e (2) para determinar a intensidade do desconforto térmico de acordo com os dados obtidos na pesquisa empírica, a primeira

através do aplicativo Orvalho e a segunda utilizando como recurso o Excel.

TIPOS DE ILHAS DE CALOR

O termo Ilha de Calor surgiu em 1960 com Gordon Manley e com o tempo se tornou um conceito cheio de incertezas Fialho (2012). Mesmo a concentração de energia térmica em um determinado local sendo a característica fundamental, não existe apenas um tipo de ilha de calor. De acordo com o trabalho "Ilha de calor: reflexão acerca de um conceito" podemos classificá-las em três diferentes tipos (Fialho, 2012).

A ilha de calor atmosférica é aquela que apresenta uma variabilidade temporal e se apresenta por meio de diferentes usos da terra e cobertura entre paisagens urbanas e rurais. Ao identificar alguns fatores formadores de ilha de calor e influenciadores do ritmo de aquecimento e resfriamento da superfície, podemos citar adensamento urbano, atividade humana e propriedade física dos materiais de construção, as possibilidades de observação é a análise de registros de estações meteorológicas que se localizavam numa área rural que posteriormente foi incorporada pela malha urbana ou a comparação de estações urbanas e rurais a fim de identificar a

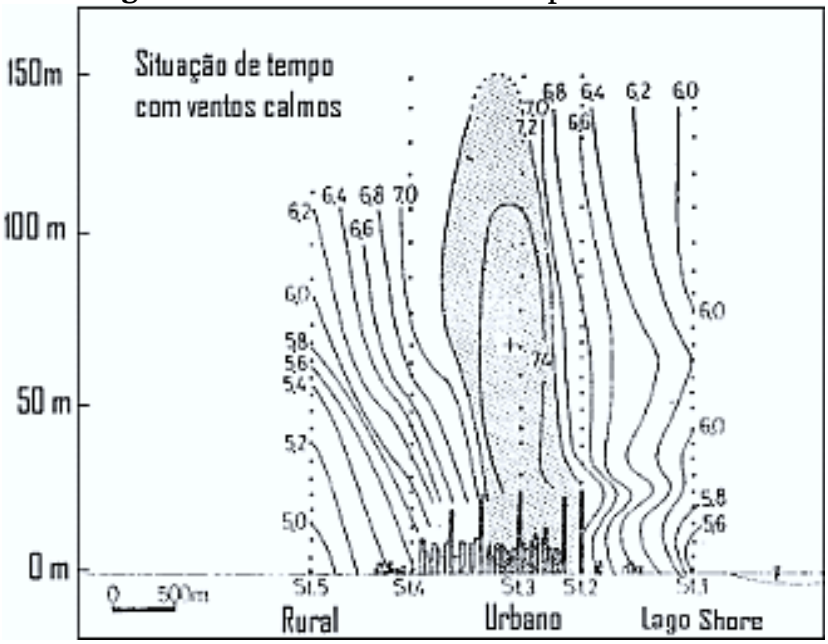
diferença térmica e observar a ilha de calor, Fialho (2012). Sua representação é feita através da figura 02:

Figura 2 – Ilha de calor atmosférica

Fonte: Fialho (2012).

A segunda classificação é a Ilha de Calor Vertical. Para Oke (1981), como menciona Fialho (2012), o clima urbano é composto pela junção de duas partes. Uma parte que ele chama de cobertura urbana, que vai do solo até o nível médio da superfície dos edifícios e a chamada limite urbano, que começa no nível médio e percorre todo o espaço atmosférico afetado pelas atividades ntrópicas, onde essa apresenta um perfil vertical térmico conforme a figura 03.

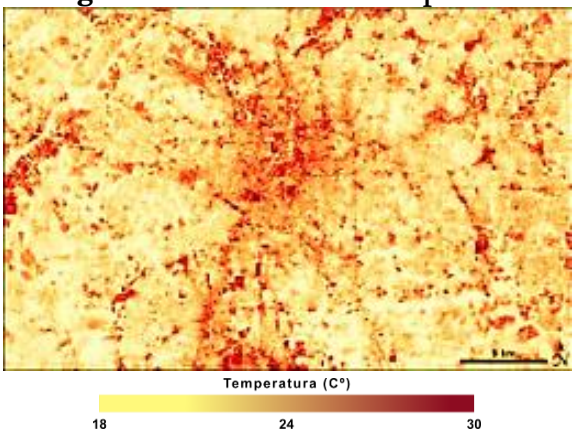
Figura 3 – Transeto vertical da temperatura do ar



Fonte: Fialho (2012).

A terceira nomenclatura é a Ilha de Calor de Superfície, são identificadas por satélite, pois estes nos dão um panorama visual das condições térmicas da cidade como podemos observar na figura 04, mas ganham estes nomes por ser detectada no nível de telhados e materiais de cobertura acima do solo, de forma que não é possível afirmar que a temperatura registrada corresponde à mesma temperatura que se mede dentro da cidade.

Figura 4 – Ilha de calor de superfície



Fonte: Fialho e Fialho (2009).

Fundamentados pela classificação dos tipos de Ilhas de Calor Urbana, as possibilidades de observação e as características analisadas, identificamos como foco da investigação utilizando a miniestação construída com o Arduino a Ilha de Calor Atmosférica.

ARDUÍNO

O Arduíno é uma plataforma de processo interativo que gera modelos de software. Funciona com uma placa microcontrolada, possuindo uma Unidade Central de Processamentos – CPU que possibilita o carregamento do código binário, e de forma integrada possuem dispositivos de entrada e

saída (como um computador possuem mouse e teclado como dispositivos de entrada e impressora como dispositivo de saída).

É uma alternativa para aquisição e tratamento de dados, tendo a capacidade de perceber a realidade através de sensores, transformar em um sinal elétrico correspondente e dar como resposta uma ação através dos atuadores, no controle de algum elemento eletroeletrônico, ligados ao terminal de saída, ou possibilitando a construção de gráficos e outras formas de leitura e apresentação de dados coletados.

Trata-se de um conjunto de hardware e software livres e de fácil acesso à sociedade para que esta faça uso e dê também suas contribuições, foi projetado em 2005 por um grupo de pesquisadores italianos, composto por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis; para ser de fácil programação e aplicação, não sendo necessário ser um expert em programação para conseguir fazer uso desta ferramenta. Arduino é uma plataforma que atende a programação nas linguagens C/C++ escrita utilizando o Arduíno IDE – *integrated development environment*, um programa que pode ser instalado gratuitamente em qualquer sistema operacional (Banzi, 2011), e depois o código é carregado para a placa através do cabo USB, esta é chamada etapa de processamento; sua utilização pode ser como um artefato interativo em *stand-alone*, com uma bateria acoplada, ou conectado a um computador ou notebook, com alimentação elétrica através do cabo USB, não sofrendo

prejuízo em seu desempenho de um modo para o outro. Para este projeto utilizamos o USB conectado a um carregador de celular.

Os sensores utilizados para leitura das variáveis a serem interpretadas podem ser de temperatura, luminosidade, presença, pressão dentre muitos outros. Neste trabalho vai nos interessar o sensor de temperatura e umidade relativa do ar (Neri, 2014).

O modelo escolhido para execução de processamento e coleta de dados deste trabalho foi o Arduino UNO que já está em sua terceira revisão, aos interessados é possível baixar seu esquema elétrico no *site* oficial do Arduino. O funcionamento da placa do modelo UNO está relacionado com a tensão de 5V, ficando recomendado o uso de baterias externas no intervalo de 7V a 12V, uma vez que a tensão pode ficar instável quando menor que 7V e pode haver uma sobrecarga danificando a placa se a tensão ultrapassar 12V preocupação esta que não é necessária se a placa for alimentada via USB, pois o circuito USB tem componentes que protegem o dispositivo de alguma anormalidade. A figura abaixo auxilia na compreensão.

Figura 5 – Descrição da placa Arduino UNO

Fonte: *Site* oficial do Arduino (2012).

O Arduino é uma alternativa para quem busca um jeito prático e rápido para testar hipóteses, foi uma revolução na história da eletrônica e sem dúvida na história da tecnologia integrada à educação, seu uso vem sendo cada vez mais amplo e se tornando um aliado ao ensino de física.

CAPÍTULO III

PANORAMA DA PRODUÇÃO ACADÊMICA ACERCA DO ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA

editora FAMEN

CAPÍTULO III – PANORAMA DA PRODUÇÃO ACADÊMICA ACERCA DO ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA (2012 – 2020)

Este capítulo realça o uso do arduino como instrumento para auxiliar na educação científica no ensino de Física, mostra um levantamento a partir de pesquisa em periódicos sendo exposto em uma divisão de quantidade por ano; traz também um exposto sobre o termo "Ilha de Calor Urbana" no Google Acadêmico, sem aspas. Manifestando como a pesquisa empírica com o Arduino tem sido despertada.

ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA

O modelo tradicional de ensino já não é o bastante para satisfazer o ensino de Física, é uma área do conhecimento que necessita da abordagem empírica, e o uso das tecnologias da informação tem sido estimulada acompanhando a evolução das teorias de aprendizagem. Para auxílio desta empreitada temos atualmente a tecnologia da placa microcontrolada Arduino.

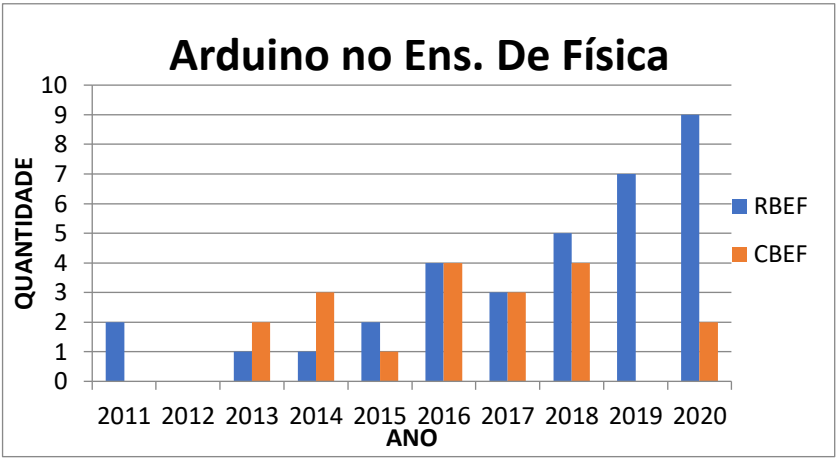
> Utilizando sensores e software apropriado, os alunos podem hoje medir e controlar variáveis como posição, velocidade, aceleração, força, temperatura, etc. O computador permite novas situações de

> aprendizagem ao propiciar aos alunos a realização de medições de grandezas físicas em tempo real que lhes fornecem respostas imediatas a questões previamente colocadas. A apresentação gráfica de dados facilita leituras e interpretações rápidas (Fiolhais; Trindade, 2003, p. 263).

A praticidade da tecnologia do arduino no tratamento de dados imediatos, somada a fácil leitura da realidade através de sensores possibilita uma real interpretação do mundo utilizando os conhecimentos físicos.

A literatura mostra que a chegada desta ideia no mundo do ensino de Física, no Brasil, foi no ano de 2011. Pesquisas realizadas em dois renomados repositórios nacionais, quais sejam a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, mostraram como resultado um número considerável de artigos científicos relacionados ao tema. A Revista Brasileira do Ensino de Física onde o último acesso ocorreu no dia 31 de dezembro de 2020, e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, com último acesso em 31 de dezembro de 2020. Utilizando o descritor Arduino, estas apresentaram como resultado o gráfico abaixo.

Gráfico 1 – Arduino no ensino de Física



Fonte: Elaboração própria com base na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2011-2020).

Observa-se através do gráfico 01 que o tema está mais presente na Revista Brasileira de Ensino de Física, notadamente expressivo nos anos de 2019 e 2020. Para construção do gráfico 01 não houve divisão de conteúdos trabalhados, apenas notada a aparição do tema nos repositórios.

Diante desses resultados, podemos observar como o uso do Arduino vem sendo explorado em diversos conteúdos, tais como plano inclinado, energia, ondas, constante de Planck, e outros. Muitos destes descrevendo a montagem e modelagem da ferramenta Arduíno voltada para seus conteúdos específicos.

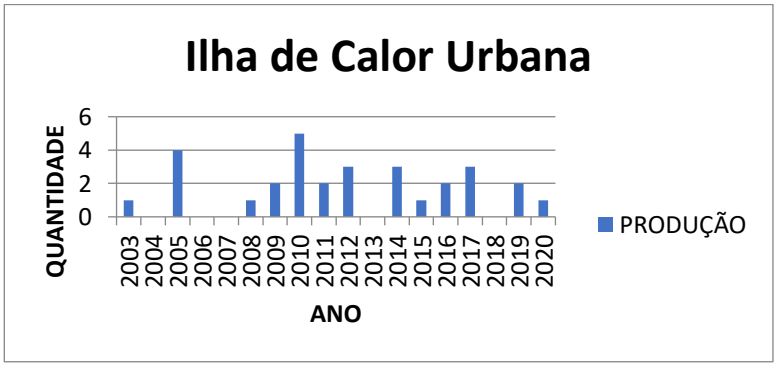
Dentre os resultados encontrados selecionamos o que nos trouxe maior interesse, qual seja, o intitulado “Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa

Arduíno e de um site oficial de meteorologia" (Santos, 2016) um recorte da dissertação, de mesmo título, que serviu de inspiração e fonte de estudo para a realização deste trabalho.

ILHAS DE CALOR URBANA (2003 – 2020)

Não encontramos trabalhos depositados nos periódicos de Ensino de Física acerca das Ilhas de Calor Urbana, diferente do resultado sobre o Arduino, até o dia 20 de janeiro de 2021, e pela sua interdisciplinaridade escolhemos como fonte de pesquisa para este tema a ferramenta Google Acadêmico. Exposto no gráfico a seguir estão os resultados apresentados nas três primeiras páginas, que perpassam pelas áreas da Geografia, Agricultura e Engenharia ao pesquisar pelo descritor "Ilha de calor urbana".

Gráfico 2 – Ilha de calor urbana



Fonte: elaboração própria com base no Gloogle Acadêmico (2021).

Em posse das informações fornecidas pelo panorama literário nos sentimos impulsionados a dar continuidade à pesquisa empírica.

CAPÍTULO IV

PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO: MATERIAIS E MÉTODOS

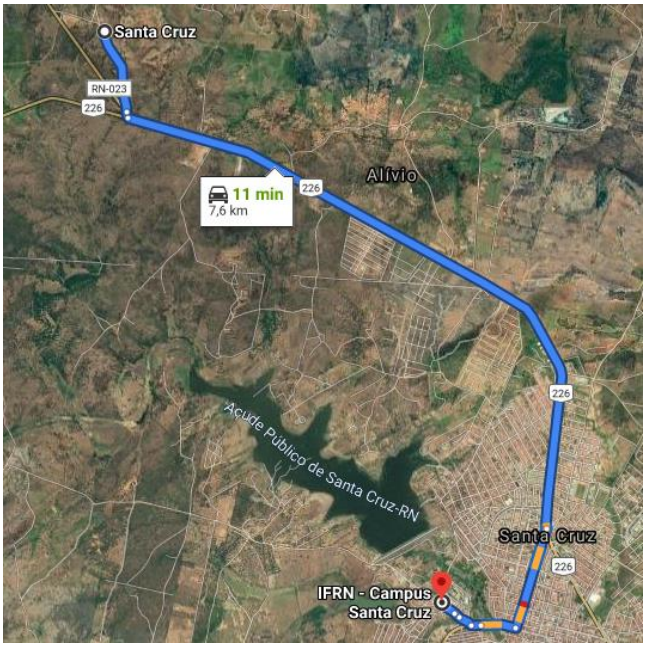
editora FAMEN

CAPÍTULO IV – PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO: MATERIAIS E MÉTODOS

Seguindo a sugestão de Fialho (2012) e adaptando o trabalho de Santos (2016)[1] para alcançar os objetivos deste trabalho utilizamos o Arduino para construir duas miniestações meteorológicas a fim de sermos capazes de obter os dados em tempo real e de forma simultânea das duas localizações determinadas, um ponto dentro da malha urbana, sendo escolhido o Campus do IFRN/SC, com uma altitude de 229 m, e na Zona Rural um local conhecido como como Comunidade Umbú, com 265 m de altitude, como mostra a figura 06.

[1]Para consulta direta ao trabalho mencionado acessar o link: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2016_Alipson_Santos/dissertacao_Alipson_Santos.pdf.

Figura 6 – Imagem de satélite do trajeto IFRN – Comunidade Umbu



Fonte: *Google maps* (2021).

Obter a medida real da temperatura do ar requer alguns cuidados para amenizar o máximo de influência externa que possam alterar o resultado, como aquecimento excessivo do sensor em consequência da exposição direta à radiação solar, ou resfriamento se o sensor for instalado em um local de sombra ou ambiente fechado; gerando dados incompatíveis com a leitura quando realizada em um lugar aberto inserido nas condições naturais do ar atmosférico. E para uma melhor observação da variação da temperatura podemos utilizar uma marcha diária,

um padrão de intervalos que pode ser de 1 em 1 minuto, 10 em 10 minutos ou de 1h em 1h, por exemplo, Fialho (2006).

Após a pesquisa bibliográfica acerca do tema, munidos de nosso objetivo, demos início a fase experimental. A primeira etapa consiste na construção da miniestação meteorológica. Na montagem do circuito foi utilizado o seguinte material:

a) Placa Arduino Uno;

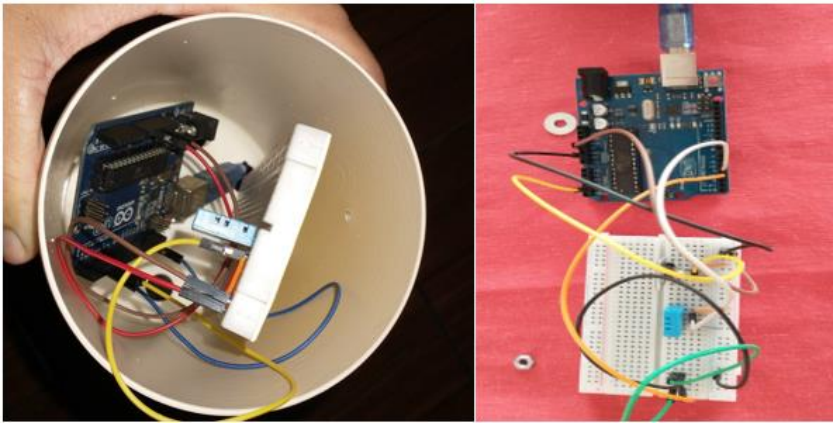
b) Protoboard;

c) Jumpers;

d) Sensor DHT 11

A figura 7 mostra o circuito pronto.

Figura 7 – Circuito Arduino



Fonte: arquivo pessoal da autora (2021).

Apesar de utilizar o trabalho de Santos (2016) como referência, não foi utilizado o código disponibilizado por ele, mas

um código que possibilitou utilizar a memória do próprio Arduino não sendo necessário acoplar a *Sd Card Shield* para a inserção de cartão de memória. Os dados lidos pelo sensor durante a coleta são armazenados na memória EEPROM, embutida na própria placa do Arduino modelo UNO, sendo configurados 60 vetores para os valores da Temperatura e 60 para os valores da Umidade Relativa do ar. O código utilizado, apresentado no Apêndice A, limita o espaço de memória para valores inteiros de forma que não será possível registrar mudanças menores que o intervalo de 1°C. O uso do sensor nos possibilita investigar a ilha de calor atmosférica. Logo, se torna o alvo de nossa pesquisa.

O circuito do Arduino com o sensor será resguardado por um abrigo de PVC com 1,58m, diminuindo a influência da exposição direta à radiação solar, que pode vir a aquecer o sensor, além de aberturas para circulação de ar. Na figura 08 segue o resultado do abrigo pronto, instalado nos dois locais de coleta.

Figura 8 – Instalação das miniestações

Fonte: arquivo pessoal da autora (2021).

Diferente de santos (2016), utilizamos o sensor DHT11 conectado na *Protoboard*, o que demandou mais espaço no abrigo e assim, descartamos o encaixe interno; também como adaptação substituímos o uso da bateria externa alimentando o circuito através de um carregador de celular conectado a uma extensão. Para esse abrigo foram utilizados os seguintes materiais.

Quadro 3 – Lista de materiais

ITEM	QTD.
Tubo de PVC de 40mm	2m
Tubo de PVC de 100mm	1m
Tampa para tubo de 40mm	06

Conexão em “T” de 40mm	03
Terminal de ventilação para tubo de 100mm	01
Tampa de tubo de 100mm	01
Luva de 40mm	03
Tubo de 32mm	1m
União de 32mm	02
Bucha de redução rosqueável curta de 40mm x 32mm	04
Lixa para madeira nº 120	01
Tubo de cola para PVC	01
Parafuso (L~2cm) - arruela-porca (⅛”)	02
Parafuso curto (L~1cm) para madeira (⅛”)	01

Fonte: Elaborado pela autora com base em Santos (2016).

A quantidade de cada material é um pouco maior que o suficiente para construir uma unidade, como estamos construindo duas unidades a quantidade será dobrada. A construção dessa base é uma reprodução adaptada do roteiro de montagem descrito por Santos (2016) em seu trabalho, orientamos que busquem acessar o texto completo no caso de dificuldade ou curiosidade sobre o processo.

A segunda etapa é a coleta de dados *in loco*, os quais serão o foco da nossa discussão. O experimento principal foi realizado no dia 27 de março de 2021 no município de Santa Cruz, para o qual estava prevista uma temperatura mínima de 23° C e máxima de 35°C, de acordo com o *Site* de previsão meteorológica ClimaTempo. E uma coleta secundária foi feita no dia 02 de abril de 2021 em Campo Redondo/RN, como auxílio para compreender a relação entre as variáveis estudadas.

Os dados obtidos serão transferidos para o programa *Excel* e dispostos em colunas no intuito de plotar gráficos esteticamente (ou visualmente) evidentes para interpretação qualitativa do comportamento da Temperatura e Umidade Relativa do ar; fica definido como marcha para a coleta principal 3 minutos por um período de 3 horas, e para a coleta secundária 10 minutos por um período de 10 horas.

A terceira e última etapa é a análise e avaliação dos dados através dos gráficos dentro dos aspectos do fenômeno investigado.

CAPÍTULO V

ANÁLISE DOS DADOS: O QUE DIZEM OS RESULTADOS?

editora FAMEN

CAPÍTULO V – ANÁLISE DOS DADOS: O QUE DIZEM OS RESULTADOS?

Será discorrido neste capítulo uma apresentação dos dados coletados com a miniestação meteorológica com o objetivo de demonstrar a convergência com a previsão da literatura e os resultados do desconforto térmico no município de Santa Cruz realçando a relação entre a temperatura e a UR.

TEMPERATURA X UMIDADE RELATIVA

É sabido que para estudar o clima têm-se muitas variáveis a serem levadas em consideração que podem vir a influenciar o ambiente de acordo com cada posição geográfica. Neste trabalho iremos frisar a relação entre duas delas como foco para se investigar a presença da Ilha de Calor Atmosférica na Zona Rural de Santa Cruz.

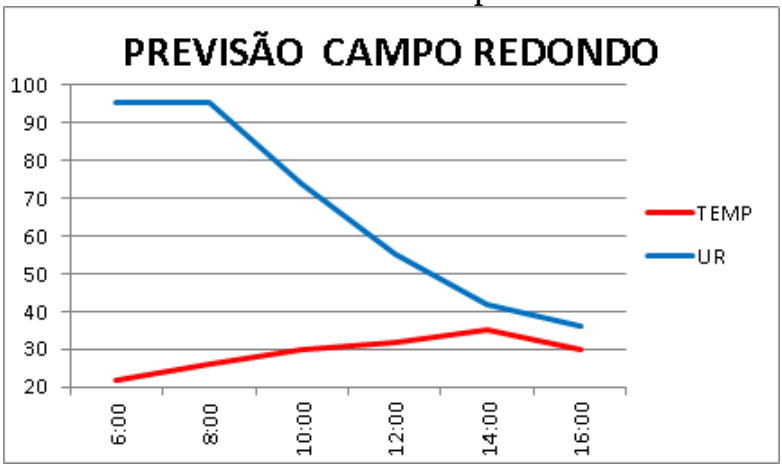
O ar atmosférico é constituído de uma mistura de gases como Nitrogênio (N2), Oxigênio (O_2), Gás Carbônico (CO_2) dentre outros, e cada constituinte atmosférico exerce pressão sobre a superfície independente da presença dos outros. Neste composto gasoso também está presente o vapor de água, o qual age como termorregulador do ar atmosférico e absorvente seletivo da radiação solar. Neste trabalho iremos mensurar o vapor de água

através da variável conhecida pelo termo Umidade Relativa do ar – UR sendo uma das variáveis analisadas.

A UR é uma medida adimensional expressa em porcentagem, definida como sendo a relação entre a quantidade de vapor d'água presente em uma amostra de ar úmido (ar seco + vapor de água) e a quantidade máxima que seria possível reter naquela mesma temperatura (Esganzela, 2014). O máximo do volume de ar que pode conter vapor de água é 4%, ou seja, o valor medido entre 0% e 100% de umidade relativa é sobre a quantidade de volume destes 4% que o vapor de água está ocupando.

A segunda e principal variável analisada aqui é a Temperatura. "A temperatura é uma variável de estado intensiva que mensura a energia cinética média de um sistema em equilíbrio térmico em um dado instante" (Thomazini, 2015, p. 52). No dia 02 de abril de 2021 foi realizado em Campo Redondo um bloco de medições da Temperatura e Umidade Relativa ar durante um período de 10h com intervalos de 10 minutos com o objetivo de construir um gráfico claro e que possibilitasse perceber visualmente a relação entre essas duas variáveis. Como previsão, o *site* climatempo mostrou o seguinte gráfico:

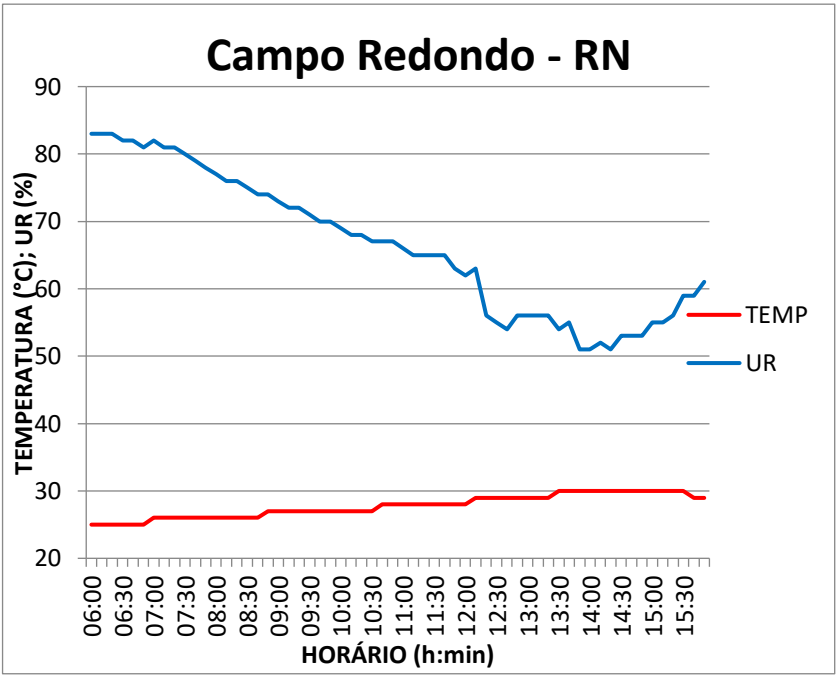
Gráfico 3 – Previsão em Campo Redondo/RN



Fonte: Climatempo (2021).

Aqui, já é possível perceber o comportamento inverso das linhas na maior parte do intervalo registrado. Como os dados disponíveis no *site* de previsão demonstra na verdade um intervalo no qual a variável pode oscilar naquele dia, além de ser uma previsão média para o município não diferenciando as condições de vegetação, malha urbana e velocidade do vento dentre outras influências, característico de cada comunidade que compõe a delimitação territorial do município, incluindo as especificidades da cidade, optamos por realizar a medição pontual com a miniestação meteorológica construída com o Arduíno e apresentar aqui os dados coletados em tempo real. O gráfico plotado com os dados obtidos entre 6h e 16h no intervalo de 10min é apresentado a seguir:

Gráfico 4 – Temperatura e umidade relativa do ar – Campo Redondo/RN



Fonte: Elaboração própria (2021).

Como esperado, podemos observar o aumento de temperatura ao decorrer do dia, e simultaneamente decrescimento da curva de UR, na região correspondente à primeira metade do gráfico. Apesar de outras influências locais, podemos notar a concordância entre a previsão fornecida pelo site ClimaTempo e os dados obtidos pelo experimento realizado.

O pico da curva de temperatura alcançou seu valor máximo no intervalo entre 13:30 e 15:30, sendo este 30° C. Para calcular a intensidade do desconforto térmico atrelado a esta temperatura

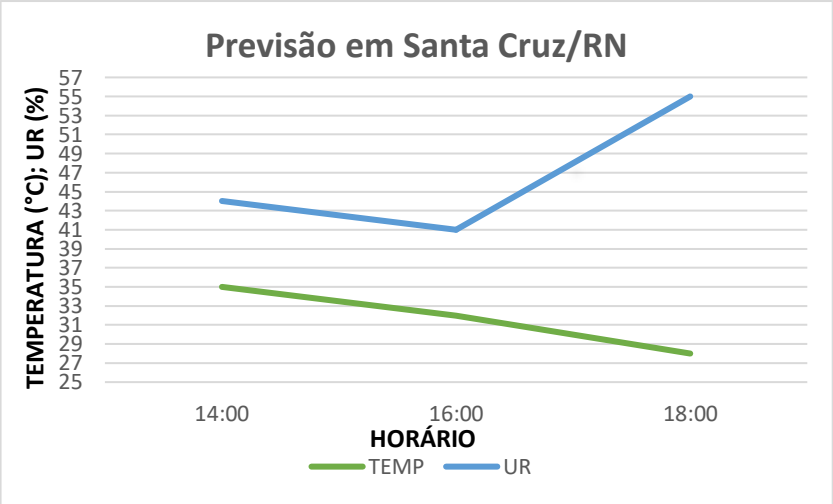
experimentado durante o intervalo de medição utilizaremos o valor mínimo da UR apresentado durante este intervalo de tempo. Na marcação das 14h observa-se este valor como sendo 51%. Inserindo estes dados no aplicativo Orvalho temos como resultado o índice de 77,95 o qual, no Quadro 01, indica desconforto devido ao calor. E utilizando a equação (2), o resultado é de 25,82275 que no quadro 02 indica como desconfortável.

INVESTIGANDO A ILHA DE CALOR ATMOSFÉRICA

No dia 27 de março de 2021 foi realizada a coleta principal, uma miniestação foi ligada no campo de futebol do IFRN/*Campus* Santa Cruz configurando uma localização na zona urbana e a segunda miniestação ligada na comunidade Umbu, Santa Cruz, sendo então a localização da zona rural e distando 7,6 Km uma da outra de acordo com o *Google Maps* disponível para Smartphone. Para garantir uma comparação justa no estudo do comportamento das variáveis, ambas foram ligadas e desligadas simultaneamente, pressupondo maior possibilidade de os dois ambientes apresentarem as mesmas condições climáticas, durante o mesmo intervalo de tempo, não sendo possível diferenciar previamente, através de *sites* de previsão como citado anteriormente.

A coleta de dados principal foi realizada no município de Santa Cruz, para a qual o *site* Climatempo havia previsto para 24 horas a temperatura máxima com 35° C, a mínima com 23° C, e uma média de UR em 67%. Fazendo um recorte no intervalo das 14h às 18h o gráfico disponível mostrou o seguinte comportamento:

Gráfico 5 – Previsão em Santa Cruz/RN



Fonte: Climatempo (2021).

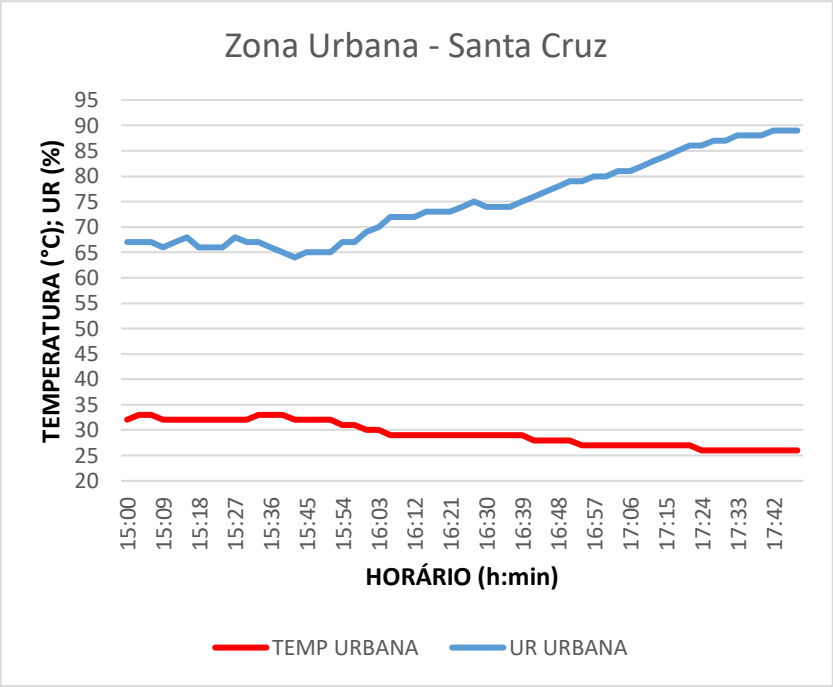
A amostragem retirada do site teve início às 14h, 1h antes do horário definido para a medição, isto ocorreu, pois, o site disponibiliza desta forma, não sendo possível escolher o início às 15h nem a marcha de minutos. Apesar dos poucos pontos de intervalo e com uma marcha de 2 horas é visivelmente perceptível a repetição do comportamento da inversa

proporcionalidade entre a temperatura e a UR, sendo mais expressiva entre as 16h e às 18h.

Relembramos que existem influências no comportamento individual de ambas as variáveis as quais não estão sendo mensuradas ou avaliadas neste trabalho, de forma a ocorrerem oscilações fora do padrão previsto pela literatura. Às 14h o gráfico mostra o maior valor de temperatura do intervalo, e consequentemente o menor valor de UR, 35° C e 44%, respectivamente. Neste pico o aplicativo Orvalho indica estresse devido ao calor, com o índice de 83,69 e a equação (2) indica Muito Desconfortável, com 28,686. Posteriormente, às 18h, o Orvalho mostra desconforto devido ao calor, com o índice de 75,31; a faixa do IDT mostra parcialmente desconfortável, com 24,36; estando a temperatura no valor de 28°C e a UR em 51%,

No gráfico abaixo está disposto o resultado da miniestação ligada no Campus do IFRN.

Gráfico 6 – Temperatura e umidade relativa do ar – Zona Urbana



Fonte: Elaboração própria (2021).

Os primeiros valores do gráfico oscilam entre 32°C e 33°C durante um intervalo de 51 minutos, quando a curva começa a decair às 15:51 min (gráfico 06). Essa oscilação é um comportamento esperado visto que o pico de temperatura previsto no gráfico anterior era de 35°C às 14h. Durante a oscilação inicial o instante em que apresenta a maior temperatura, 33° C, e a o menor valor de UR, 65% é a marcação de 15:39 min, indicando estresse devido ao calor, com um índice de 83,37. Apresentando uma variação, no intervalo da coleta, dentro

do esperado na previsão, para marca de comparação podemos destacar o ponto das 16:00 min, onde a previsão apontou 32°C e nós observamos o valor de 30°C.

Com o entardecer ocorre a diminuição da incidência dos raios solares, com isto há uma menor injeção de energia térmica na atmosfera. O ambiente naturalmente tenta evoluir para o equilíbrio térmico com os materiais e substâncias presentes e dissipar, através do vento, o calor retido durante o dia.

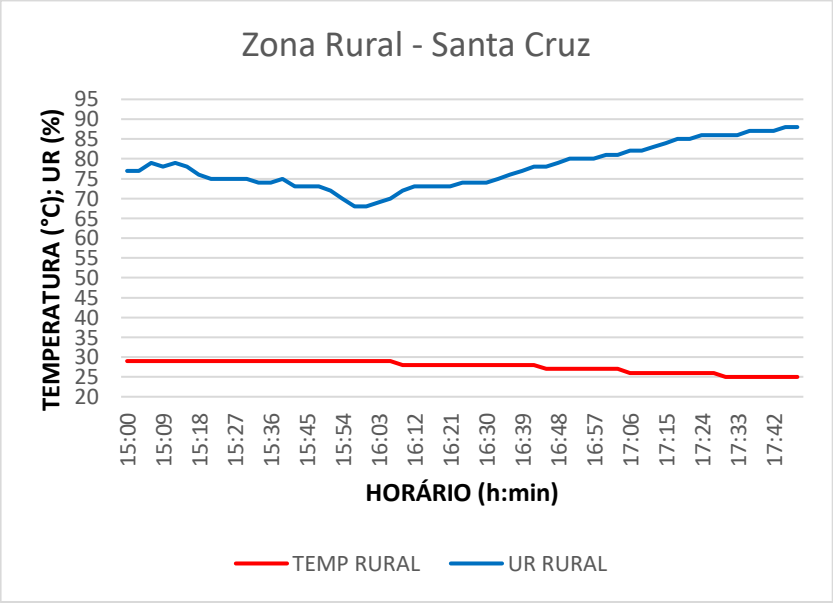
Identificamos uma diferença de 7° C entre o valor máximo e mínimo da temperatura, enquanto na UR a diferença foi de 25%. No final da coleta o Orvalho apresentava a condição de desconforto devido ao calor, com os valores de 26°C e 89%.

Precisamos levar em consideração o cenário imposto pela Pandemia da Covid-19, no qual estávamos há cerca de 1 ano quando foi realizada a coleta dos dados, causando um decrescimento na circulação de veículos e pessoas nas ruas da cidade, assim como no funcionamento das fábricas instaladas no município. Esta condição precisa ser levada em conta uma vez que altera atuações somadas às influências referentes ao fenômeno investigado.

Como dito anteriormente, a miniestação colocada na Comunidade Umbu, registrando uma altitude de 265 m, iniciou a coleta de dados simultaneamente àquela colocada no Campus do IFRN/SC, onde registra uma altitude de 229 m. A comunidade Umbu é uma comunidade na Zona Rural do município de Santa

Cruz/RN. O ideal seria inseri-la em uma localização mais distante de qualquer malha urbana nas limitações do município, mas no cenário de Pandemia este se tornou o local mais acessível e seguro para realizar a coleta. O próximo gráfico é o resultado desta etapa.

Gráfico 7 – Temperatura e umidade relativa do ar – Zona Rural



Fonte: Elaboração própria (2021).

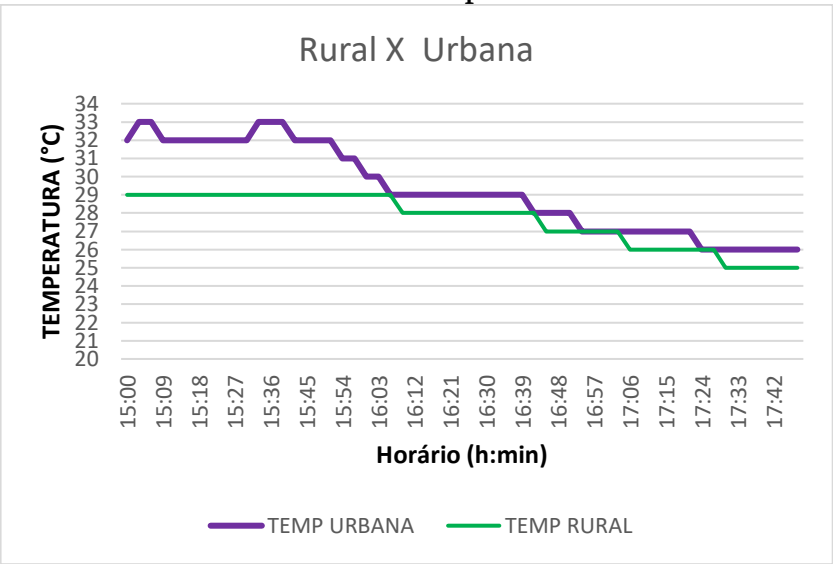
Diferentemente do que se mostrou os primeiros pontos do gráfico da zona urbana, este iniciou com a temperatura um pouco mais baixa, 29°C e consequentemente a UR mais alta 77%. Durante 1 hora e 06 minutos o valor de Temperatura se manteve, de forma que para saber o ponto crítico em relação ao desconforto térmico

utilizaremos o menor valor da UR, 68% às 15:57 min. Com índice de 78,31 temos condições de desconforto térmico. Com a diferença de 4°C, o último ponto do gráfico apresenta um valor de 25°C; para a UR essa diferença foi de 11%, no entanto a diferença entre o último valor e o valor mais baixo registrado foi de 20%. Finalizando a coleta em condições de conforto térmico.

Apresentando 1°C a menos na temperatura, o ambiente rural se encaixou no índice de referência do conforto térmico nos minutos finais do intervalo registrado, mesmo estando a última medida acompanhada por apenas 1% a menos de UR que havia sido registrado na coleta urbana.

No gráfico abaixo temos o comportamento da Temperatura das duas coletas, buscando proporcionar um melhor destaque nesta comparação. A diferença se torna um pouco mais expressiva na primeira hora da coleta, chegando a 4°C. A zona rural se mantém em 29°C neste tempo, tendo variações menores que 1°C de forma que não se observa mudança, uma vez que a capacidade de armazenamento da memória se limitou ao número inteiro.

Gráfico 8 – Temperatura



Fonte: Elaboração própria (2021).

É observada na zona urbana, a partir dos dados, a acumulação de energia térmica mais expressiva, enquanto na zona rural se mantém constante no gráfico, recorrendo à literatura iremos pressupor que isto ocorra devido à presença dos constituintes da malha urbana: asfalto, construções, circulação maior de veículos e pessoas (Alves, 2010); enquanto na zona rural a presença da vegetação, principalmente, auxilia na contenção da elevação da temperatura. Apesar da distância entre os pontos ser consideravelmente pequena, apenas 7,6 Km, já torna perceptível a possibilidade da presença da Ilha de Calor Urbana.

De acordo com os resultados aqui apresentados consideramos como produto da discussão desenvolvida a tabela

abaixo nos amparando na definição de que há presença de Ilha de Calor Atmosférica. A referência para faixa de intensidade foi retirada de Santos (2016) e a duração avaliada a partir do gráfico 08.

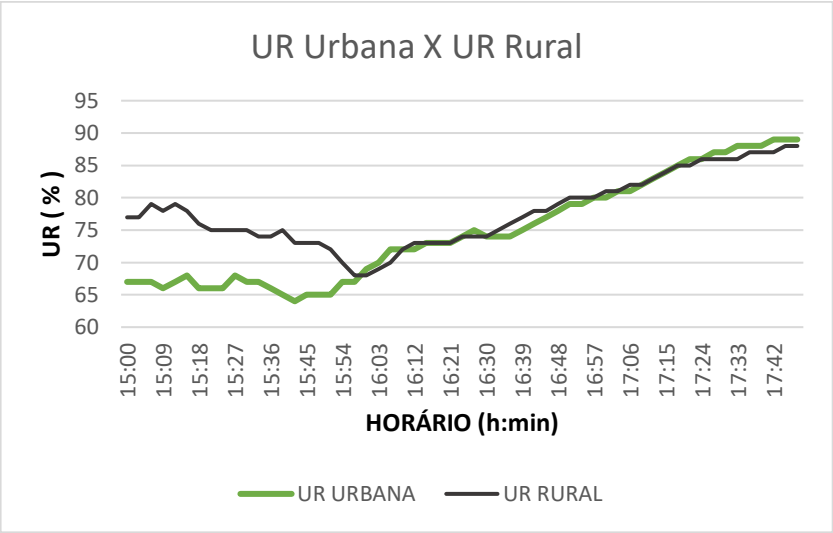
Quadro 4 – Classe de intensidade da Ilha de Calor Urbana

Classe de intensidade da ICU	**Diferença de Temperatura do Ar (°C) entre os dois pontos**	**Duração**
Fraca	0-2	2 horas
Moderada	2-4	48 min.
Forte	4-6	--
Muito Forte	>6	--

Fonte: Elaboração própria com base em Santos (2016).

O próximo gráfico apresenta, também com o objetivo de comparar, os resultados da UR sobrepostos. Podemos observar que a relação das curvas se assemelha às da Temperatura no gráfico 08. Começando com uma distância expressiva acompanhando a diferença das Temperaturas apresentadas, e conforme a Temperatura decresce, como resultado, a UR aumenta finalizando a coleta com ambos os valores próximos de 90%.

Gráfico 9 – Umidade relativa do ar



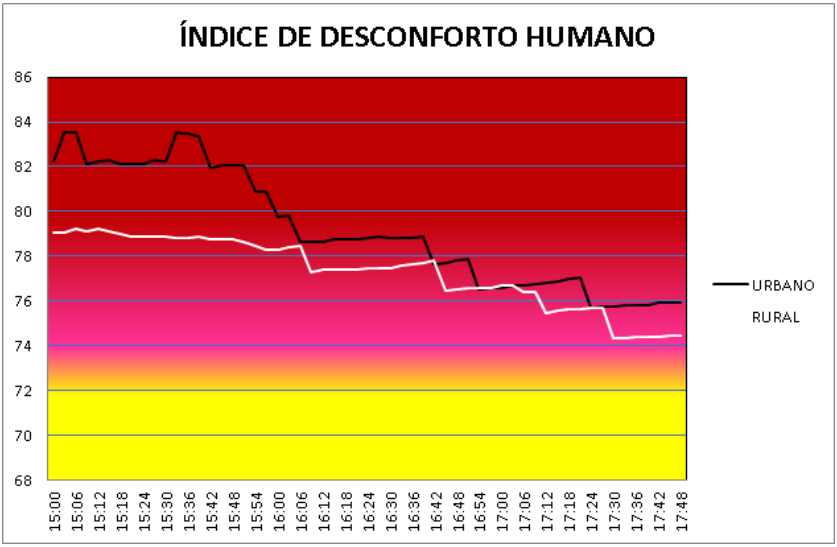
Fonte: elaboração própria (2021).

O DESCONFORTO TÉRMICO

O desconforto térmico pode se apresentar como uma consequência direta na qualidade de vida dos habitantes do município, manifestamos então sua verificação. Como mencionado no capítulo 2, para determinar o Índice de Desconforto Térmico iremos recorrer a duas equações encontradas na biografia desta pesquisa. Não houve aprofundamento na origem e métodos que levaram a estas equações, mas como o objetivo é definir a mesma condição do estado térmico, acreditamos que de alguma forma os métodos e considerações se assemelham.

O uso do aplicativo é uma alternativa prática, porém é possível apenas fazer o cálculo de um ponto por vez. Abaixo está plotado o gráfico referente ao uso do Orvalho denominado como Índice de Desconforto Humano (IDH), o qual faz uso da equação (1), traçando na mesma área as curvas do resultado experimentado nos ambientes rural e urbano.

Gráfico 10 – Índice de desconforto humano



Fonte: Elaboração própria (2021).

Observa-se a nitidez com a qual a curva da zona rural se mantém abaixo da curva urbana, acusando a influência da urbanização na retenção de calor. Por cerca de 1 hora as pessoas inseridas no contexto urbano se encontram na faixa do estresse

devido ao calor, enquanto aquelas na zona rural experimentam a faixa do desconforto devido ao calor.

É notável que a curva da zona urbana passa pelo estresse devido ao calor finalizando na faixa de desconforto. Ao mensurar a Temperatura do Ar, precisamos compreender como esta grandeza carrega consigo um contexto particular de cada local. A capacidade térmica de materiais que constroem o horizonte urbano, unida a sua afluência, interferem em ações naturais como a velocidade do vento, que não estamos observando, mas também são alteradas por este cenário antrópico e não podem ser desconsideradas nos nossos resultados. A alta taxa de energia térmica absorvida como consequência da capacidade térmica e posteriormente emitida em busca do equilíbrio térmico somada a pouca circulação do vento que deveria dissipar essa energia gera como resposta a temperatura alcançando valores elevados.

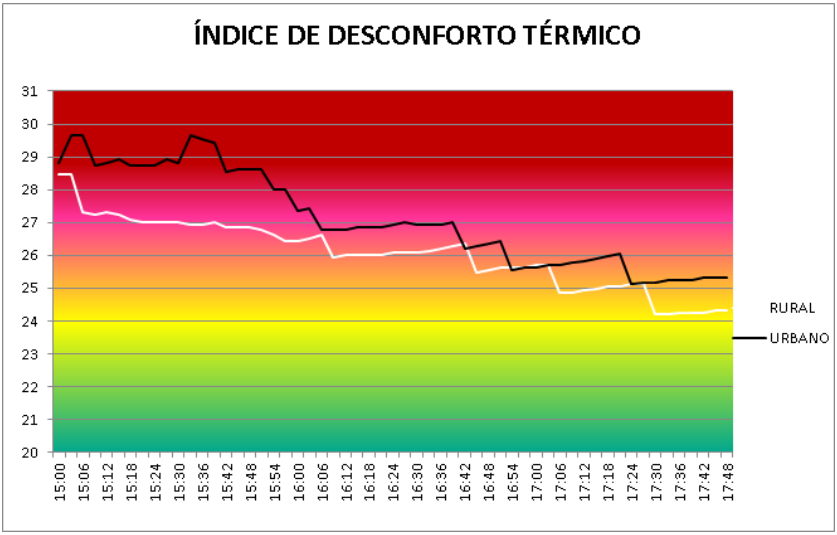
É possível perceber que diferente da Zona Urbana, a Zona Rural, no intervalo da coleta, não alcançou o estado de Estresse devido ao calor, se mantendo até um pouco depois das 17h em estado de desconforto, e finalizando como parcialmente confortável.

A constância da temperatura em 29°C durante um intervalo considerável de tempo se mostra associada à presença significativa da vegetação. Neste município a formação vegetal é a Caatinga Hipoxerófila destacando-se espécies como juazeiro, braúna, umbuzeiro e mandacaru*.

A faixa de cores segue o mesmo padrão nos gráficos 10 e 11, a faixa vermelha como Estresse devido ao calor/Muito Desconfortável, faixa rosa como desconfortável devido ao calor/Desconfortável, a amarela como Confortável/Parcialmente confortável e, particularmente no IDT, a verde como confortável.

Para fins de confirmação, a equação (2) foi inserida no Excel que pela sua praticidade otimizou o cálculo dos dados, resultando no gráfico abaixo denominado Índice de Desconforto Térmico (IDT).

Gráfico 11 – Índice de desconforto térmico



Fonte: Elaboração própria (2021).

Assim como no gráfico de IDH, o IDT apresenta a curva da zona rural abaixo da tracejada pelos dados urbanos, em

complemento percebemos também que as oscilações seguem em maior parte, o mesmo padrão.

Ainda que as equações apresentem alguns termos diferentes, e consequentemente uma tabela diferente de referência, a curva de comportamento desloca-se por definições de intensidade equivalente, o que é esperado pois relacionam as mesmas variáveis principais.

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

editora FAMEN

CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ilha de calor urbana trata-se de um fenômeno real e previsivelmente progressivo na civilização moderna e urbanizada, seus efeitos no corpo humano podem ser considerados banais à curto prazo e se apontados de forma isolada, mas são indiscutivelmente notáveis e que podem potenciar uma reação em cadeia envolvendo outras variáveis passíveis de gravidade imediata, incluindo o impacto ambiental local.

Apoiados em nossos resultados, consideramos que conseguimos alcançar o objetivo que tinha como questão norteadora investigar a presença de Ilha de calor Urbano no município de Santa Cruz/RN, uma vez que, embora julguemos a interferência do cenário pandêmico no ano de 2021 como fator considerável na expressão dos dados, estes se mostraram em conformidade com as previsões e a literatura reafirmando a concordância dos resultados apanhados, realçando o comportamento das grandezas envolvidas e não isoladamente em termos numéricos.

O uso do Arduino como instrumento utilizado para a obtenção dos dados necessários para a realização dessa pesquisa se mostrou eficiente para uma investigação pontual, sendo suficiente para a coleta dos dados desejados e proporcionando a análise do fenômeno real.

A análise feita a partir dos gráficos otimizou a pesquisa auxiliando na análise dos dados. Com isto, comparando os valores de temperatura das duas miniestações estipulamos, a partir do quadro 04, uma breve presença da Ilha de Calor Urbana de intensidade moderada das 15h às 15h48, seguida de uma intensidade fraca que perdurou a maior parte da medida, sendo entendida entre às 15h48min min e às 17h48min. Apoiados nos resultados empíricos e a convergência com a literatura, atribuímos os valores de temperatura amenos na Zona Rural no período de coleta a concentração notável de vegetação, quando comparados aos valores obtidos na Zona Urbana como expõe o gráfico 08, página 43. O município de Santa Cruz possui uma formação nomeada de Caatinga Hipoxerófila.

Demonstramos no decorrer deste E-Book o potencial formativo da miniestação meteorológica como produto educacional, abordando conhecimentos teóricos e sociais acerca do fenômeno investigado, a experimentação através do uso do instrumento tecnológico e como a possibilidade da descrição real do ambiente fortalece a contribuição para pensar os problemas da comunidade na perspectiva crítica e significativa, resgatando o papel do professor e da professora de Física assim como da produção da ciência.

Finalizamos este trabalho apresentando como sugestão a criatividade para novos caminhos a serem percorridos utilizando este produto educacional visando complementar a atuação do

professor e da professora na educação básica, e profissional, de nível médio, principalmente nos cursos da área das Tecnologias da Informação, promovendo a discussão acerca da potencialidade desta metodologia e estimulando a construção de outros produtos, pois acreditamos no potencial da prática experimental atrelada à formação científica crítica no que rege à educação de qualidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. Ilha de Calor ou Ilha de Energia Térmica: um conceito aberto à discussão. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 110, julho de 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259358961_Ilha_de_Calor_ou_Ilha_de_Energia_Termica_um_conceito_aberto_a_discussao.

Arduino oficial. https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3.

BIAS, E.; BAPTISTA, G.; LOMBARDO, M. Análise do fenômeno de Ilhas de Calor Urbanas, por meio da combinação de dados LANDSAT e IKONOS. **Anais** XI SBSR, p. 1741-1748, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.12.18.52/doc/14_005.pdf.

BRANSKI, R.; FRANCO, R.; LIMA JR, O. Metodologia de estudo de casos aplicada à logística. In: XXIV ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, Salvador, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277598822_METODOLOGIA_DE_ESTUDO_DE_CASOS_APLICADA_A_LOGISTICA.

FIALHO, E. Ilhas de calor: reflexões acerca de um conceito. **ACTA Geografia**, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 61-76, 2012. Disponível em: https://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/1094#:~:text=O%20conceito%20de%20ilha%20de,exist%C3%AAncia%20do%20fen%C3%B4meno%20em%20quest%C3%A3o.

FIALHO, E.; AZEVEDO, T. Refletindo sobre o conceito de ilha de calor. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa/MG, 2009. Disponível em: http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo8/008.pdf.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Rev. Bras. Ens. Fis.** 2003. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf.

FRANÇA, M *et al*. Estimativa de índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Rev. Caminhos da Geografia**, v. 16, n. 55, p. 141-151, Uberlândia, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283296245_ESTIMATIVA_DE_INDICES_DE_CONFORTO_TERMICO_NA_CIDADE_DE_CUIABAMT.

FROTA, A.; SCHIFFER, S. **Manual de Conforto Térmico**. 5. Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FOGAÇA, D. S. **Física X meio ambiente**: a importância da física nos fenômenos relacionados ao meio ambiente. 2013. 32 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Pará, Medianeira, 2013. Disponível em: MD_ENSCIE_III_2012_13.pdf (utfpr.edu.br).

GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para o ensino e aprendizagem no setor público.** Brasília: ENAP, 2010.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, n. 44, p. 75-92, Ed. UFPR, Curitiba, 2012. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/27873.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). https://www.ibge.gov.br/.

Lage, E. Introdução à Termodinâmica, **Rev. Ciência Elementar**, v.7(02), 2019. Disponível em: https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2019/020/.

LEAL, L. Análise de Índices de Conforto Térmico Urbano associados às Condições Sinóticas de Vitória (ES), Brasil. *In:* II SBE, Portugal, 2017. Disponível em: https://lpp.ufes.br/an%C3%A1lise-de-%C3%ADndices-de-conforto-t%C3%A9rmico-urbano-associados-%C3%A0s-condi%C3%A7%C3%B5es-sin%C3%B3ticas-de-vit%C3%B3ria-es-brasil.

LEIRIA, T.; MATARUCO, S. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física. *In:* XII Congresso Nacional de Educação, Paraná, 2010. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234_8366.pdf.

MAGALHÃES FILHO, L. **Ilha De Calor Urbana, metodologia para mensuração**: Belo Horizonte, uma análise exploratória. 2006. 333 f. Tese de Doutoramento (Programa de Pós-graduação em Geografia), PUC-MG, Belo Horizonte, 2006.Disponível em: Microsoft Word - INICIO -1.doc (pucminas.br).

Meteorologia ClimaTempo. https://www.climatempo.com.br/.

NERI, H. **Utilização da plataforma Arduino para controle de experimentos remotos de Física**. 2014. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2014. Disponível em: UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO PARA CONTROLE DE EXPERIMENTOS REMOTOS DE FÍSICA (ufu.br).

OLIVEIRA JR, A. *et al*. Índice de desconforto e índice de temperatura efetiva: Uma implementação para smartphones e tablets. **Revista Energia na Agricultura**. vol. 30, n. 2, p. 155-163, abril-junho, 2015. Disponível em:

https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/1799.

RODRIGUES, R.; CUNHA, S. Arduino para físicos: uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos. **Instituto de Física – UFRGS,** v. 25, n. 4, 2014. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/rodrigues_v25_n4.pdf.

SANTOS, A. **Ilha de Calor Urbana:** Uma Proposta de Atividade Investigativa Baseada na Utilização da Placa Arduino. Dissertação (mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – UFRJ / Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2016_Alipson_Santos/dissertacao_Alipson_Santos.pdf.

TEOBALDO NETO, A.; AMORIM, M. **Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico**: uma análise episódica em Cuiabá/MT. *In*: I Congresso Nacional de Geografia Física, p. 1492-2506, Campinas/SP, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323347868_Ilha_de_Calor_Urbana_e_desconforto_termico_uma_analise_episodica_em_CuiabaMT.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: scielo.br/j/ciedu/a/TKjrc7wZ7bCSnC8HHbMt46s/?format=pdf.

THAZIMI, L. **Estudo do comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar no interior de um secador solar misto de ventilação natural (Temperatura e UR)**. Piracicaba: USP, 2015. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-28092015-172717/publico/Luis_Fernando_Viviani_Thomazini.pdf.

APÊNDICES

APÊNDICE A – SKETCH

1 - O código

Código de programação utilizado no Arduino. Foram elaborados 5 abas de programação: Code (código principal de funcionamento do programa), config.cpp, config.h, ManipulaçãoEEPROM.cpp e ManipulaçãoEEPROM.h; os quais são apresentados abaixo, nesta ordem.

----------INÍCIO----------

CODE

```
Autores: Sandyeva Francione e Clemerson Lucas de Oliveira Campelo

/*** Importações necesárias ***/

#include "Config.h"

#include "ManipuladorEEPROM.h"


/*** Bibliotecas necessárias ***/

#include <DHT.h>

#include <DHT_U.h>


/*** Definições importantes ***/

#define DHTPIN 4
```

```
#define DHTTYPE DHT11

#define TEMPO_ATUALIZACAO 600000   // 10 minutos

#define PIN_BTN_INTERRUPCAO   3 // liga ou desliga a função de salvar as
informações

#define PIN_LED_WR         13 // responsável por indicar a operação que o
arduino está processando



/*** Variáveis globais ***/

float umidade = 0;

float temperatura = 0;

boolean ModeWriterRead = false;      //verifica se pode ler e escrever todos



/*** Instanciar objetos ***/

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);



/*** funções para facilitar a visualização dos dados ***/

void lerTodoTemperatura (){

  Serial.print ("TEMPERATURA: ");

  for (int i=0; i<60;i++){

    Serial.println(lerArray(i));

  }

}
```

```
void lerTodoUmidade(){

  Serial.print ("Umidade: ");

  for (int i=70; i<130;i++){

            Serial.println(lerArray(i));

  }

}

void lerTodos () {

  for (int i=0; i<60;i++){

            Serial.print ("TEMPERATURA: ");

            Serial.print (lerArray(i));

            Serial.print (" - UMIDADE: ");

            Serial.print (lerArray(i+70));

  }

}

void setup() {

  // pino de interrupção

  pinMode (PIN_BTN_INTERRUPCAO, INPUT);          // configurações do pino
de interrupção

  pinMode(PIN_LED_WR, OUTPUT);                   // Configurar o led para
modelo de operação

  Serial.begin (9600);                           // Iniciar as configurações do
serial

  dht.begin();                                   // Iniciar as configurações do sensor
```

```
}

void loop() {

  /* WARNIG: No modo WriterRead os dados são mostrados no gráfico e salva os
mesmo na memória EEPROM do arduino   */

// abaixo está definido de onde as variaveis recebem os dados

  if (digitalRead(PIN_BTN_INTERRUPCAO) == LOW){

            umidade = dht.readHumidity();

            temperatura = dht.readTemperature();

            Serial.print ("TEMPERATURA: ");

            Serial.print (temperatura);

            Serial.print (" - UMIDADE: ");

            Serial.print (umidade);

            salvarTodosDados(temperatura, umidade);

            delay (TEMPO_ATUALIZACAO);

  }

   /* WARNIG: Os valores armazenados poderão ser mostrados a partir do
momento que ambos os sensores não puderem ler e escrever na EEPROM  */

   else {

            Serial.println ("DADOS ARMAZENADOS, AGUARDANDO LEITURA");

            while (1){

            char controle = 'a';



            if (Serial.available()){
```

```
            controle = Serial.read();
            if(controle == '1'){
            lerTodoTemperatura();
                  break;
            }
        if(controle == '2'){
          lerTodoUmidade();
            break;
            }
            if(controle == '4'){
            lerTodos();
            break;
            }
            }


            }
            digitalWrite (PIN_BTN_INTERRUPCAO, HIGH);
  }
}
```

CONFIG.cpp

```
#include <EEPROM.h>
#include "ManipuladorEEPROM.h"
```

```
#include "Config.h"


#define enderecoTemp 60

#define enderecoUmid  130

float lerUmidadeEEPROM (){

  return lerArray(enderecoUmid);

}

float lerTemperaturaEEPROM (){

  return lerArray(enderecoTemp);

}

void salvarTodosDados(float temp, float umid){

  codificarDados ();

  salvarArray (enderecoTemp-1, temp);

  salvarArray (enderecoUmid-1, umid);

}

void codificarDados (){

  // listas reservas com dados antigos

  float listaTemp [enderecoTemp];

  float listaUmid [enderecoUmid];

   // preencher dados

  for (int i=0; i < enderecoTemp; i++){

                listaTemp[i] = lerArray(i);
```

```
}
for (int i=70; i < enderecoUmid; i++){
        listaUmid[i] = lerArray(i);
}

// trazer uma posição atras
for (int i=0; i < enderecoTemp; i++){
        if (i!=enderecoTemp){
        listaTemp[i] = listaTemp[i+1];
        }
}
for (int i=70; i < enderecoUmid; i++){
        if (i!=enderecoUmid){
        listaUmid[i] = listaUmid[i+1];
        }
}
// salvar dados mudandos de posição
for (int i=0; i < enderecoTemp; i++){
        salvarArray (i, listaTemp[i]);
}
for (int i=70; i < enderecoUmid; i++){
        salvarArray (i, listaUmid[i]);
```

```
 }
```

CONFIG.h

```
#ifndef  CONFIG_H

#define  CONFIG_H


#include "EEPROM.h"

#include "ManipuladorEEPROM.h"


 float lerUmidadeEEPROM ();

 float lerTemperaturaEEPROM ();


 void codificarDados ();

 void salvarTodosDados (float temp, float umid);

#endif
```

ManipuladorEEPROM.cpp

```
#include <EEPROM.h>

#include "ManipuladorEEPROM.h"

void salvarArray(int index, int valor)

{

        EEPROM.write(index,valor);

}

int lerArray(int index)
```

```
{

  return (EEPROM.read(index));

}
```

ManipuladorEEPROM.h

```
#ifndef  MANIPULADOREEPROM_H

#define  MANIPULADOREEPROM_H

            #include <EEPROM.h>

            int lerArray(int index);

            void salvarArray(int index, int valor);
#endif
```

----------FIM----------

APÊNDICE B – TABELA DE REFERÊNCIA DA PRODUÇÃO ACADÊMICA ACERCA DO ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA

Tabela 1 – Revista Brasileira do Ensino de Física (RBEF)

Título	Ano
A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiencias de física assistidas pelo Pc.	2011
Física com Arduino para iniciantes	2011
Ilustração de incertezas em medidas utilizando experimentos de queda livre	2013
Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura	2014
Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais	2015
Sensores digitais de temperatura com tecnologia *one-wire*: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica	2015
Instrumentation for mechanical vibrations analysis in the time domain and frequency domain using the Arduino platform	2016
Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre	2016
Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real.	2016
Estatística de contagem com a plataforma Arduino	2016
Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduíno e de um sítio oficial de meteorologia	2017
Visualização da forma de onda e conteúdo harmônico da corrente elétrica alternada em eletrodomésticos.	2017
Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio	2017

Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual	2018
Sistema *photogate* de seis canais analógicos para laboratórios didáticos de física	2018
Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados.	2018
Desenvolvimento de um obturador de feixe óptico utilizando um disco rígido de computador	2018
On mechanical vibration analysis of a multi degree of freedom system based on Arduíno and MEMS accelerometers	2018
Descrição temporal de forças de colisão: um modelo didático para laboratório de física assistido por sistema embarcado.	2019
Venturino: análise da variação de pressão em um tubo de Venturi utilizando Arduino e sensor de pressão.	2019
A study of strain and deformation measurement using the Arduino microcontroller and strain gauges devices	2019
Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio.	2019
Práticas experimentais de Física a distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente.	2019
Experimentando con Arduino y Scilab: propagación de calor en una barra metálica	2019
Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino	2019
Forças no sistema de referência acelerado de um pêndulo: estudo teórico e resultados experimentais.	2020
Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck	2020

numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduíno	

Tabela 2 – Caderno Brasileiro do Ensino de Física (CBEF)

Título	Ano
Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras	2013
Controle Remoto: princípio de funcionamento (parte 1 de 2)	2013
Controle Remoto: observando códigos com o Arduíno (parte 2 de 2)	2014
Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real	2014
Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real	2014
Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica	2015
Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino	2016
Aparato educacional para estudo da queda livre com análise do movimento	2016
Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino	2016
Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real	2016
Um instrumento alternativo ao estudo de pilhas recarregáveis via Arduino	2017
Um laboratório portátil de baixo custo: medição de g utilizando um pêndulo e a placa Raspberry Pi	2017
Projeto de um calorímetro de relaxação para ensino de Física	2017
Contribuições do Arduíno no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino	2018
Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores	2018

Estudo de gráficos da cinemática através do jogo batalha naval e de atividades robóticas	2018
Simulador Computacional para Demonstração das Propriedades um Gás Ideal em 2D	2018

POSFÁCIO

MARIA ADNA SENA DA SILVA
Mestre em Ensino de Física – IFRN

editora FAMEN

POSFÁCIO

Ao final deste trabalho, mostra-se evidente e importante ressaltar as contribuições do uso das tecnologias da informação no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no contexto do ensino de ciências. O uso dos recursos tecnológicos no campo escolar, como a plataforma Arduino, demonstrou-se uma ferramenta pedagógica capaz de tornar as aulas mais criativas e interessantes, aproximando um pouco mais os alunos da Ciência.

A temática abordada sobre a Ilha de Calor Urbana revela que a vida humana tem influenciado sobre o ambiente em um ritmo acelerado, provocando reflexões sobre o contexto ambiental no qual estamos inseridos. A realização do estudo de caso, através da prática experimental possibilitou a coleta de dados relevantes que contribuíram para a compreensão da intensidade da Ilha de Calor Atmosférica na localidade estudada.

Os resultados obtidos demonstram a importância da abordagem interdisciplinar, e a articulação de pontos de contatos entre os conceitos de Física Térmica e com questões ambientais atuais e presentes no dia a dia dos estudantes. Além disso, a análise dos dados permitiu calcular o índice de desconforto térmico, evidenciando a influência direta na vida humana e os riscos futuros de uma crise ambiental gigantesca que já podem ser sentidas pela população do município de Santa Cruz/RN.

Esperamos que esta obra possa contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que enriqueçam o cotidiano escolar e para a conscientização da preservação do meio ambiente o alcance de uma vida sustentável. Que os resultados aqui debatidos possam instigar novas pesquisas e aprimorar o ensino das ciências, promovendo uma formação integral e crítica dos estudantes. Agradecemos a todos que contribuíram para a consecução deste livro e esperamos que ele possa servir como um ponto de partida para novas reflexões e descobertas.

Maria Adna Sena da Silva
Mestre em Ensino de Física – IFRN

A **Faculdade Metropolina Norte Riograndense (FAMEN)** é credenciada pela **Portaria nº 665/MEC, publicada no Diário Oficial da União em 22 de março de 2019**. Entre as atividades vinculadas ao ensino superior, a Faculdade oferece serviços acadêmicos da **EDITORA FAMEN** que objetiva a difusão de conhecimento por meio de e-books, livros impressos, periódicos (revista científica e jornal eletrônico), anais de eventos e repositório institucional, sendo vinculada à Diretoria de Pesquisa da Faculdade.

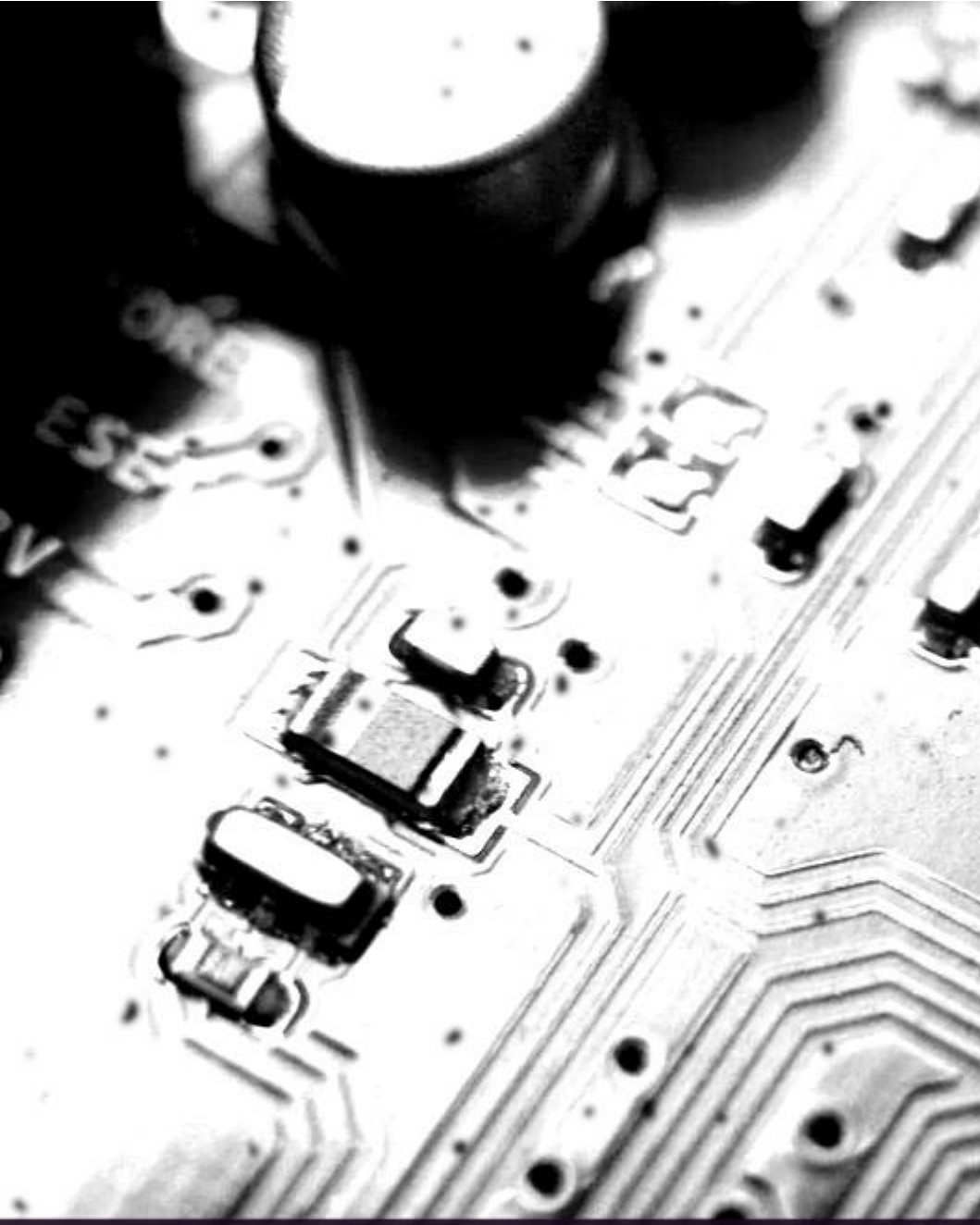
A **EDITORA FAMEN** é especializada em publicar conhecimentos relacionados ao campo da educação e a áreas afins por meio de plataforma on-line, como também em formato impresso. O endereço eletrônico para acessar as suas publicações e demais serviços acadêmicos é o www. editorafamen.com.br.

A **EDITORA FAMEN** realiza edição, difusão e distribuição de produções editoriais seguindo uma Política Editorial qualificada e baseada nas seguintes linhas: acadêmica, técnico-científica, produção didático-pedagógico, produção artístico-literária e cultura popular.

Formato: E-book/PDF
Tipologia: Anton, Volkhov, Sugo Pro Classic Trial e Franklin Gothic Book.

2024 Natal/Rio Grande do Norte

Não encontrando nossos títulos na rede de livros conveniados e informados em nosso site contactar a Editora Faculdade FAMEN:
Tel: (84) 3653-6770 | Site: www.editorafamen.com.br
E-mail: editora@famen.edu.br



editora
FAMEN