


Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído



Cláudia Naves David Amorim
Gustavo de Luna Sales
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Luciane Cleonice Durante
Simone Berigo Büttner
(Organizadores)





Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído

Cláudia Naves David Amorim
Gustavo de Luna Sales
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Luciane Cleonice Durante
Simone Berigo Büttner
(Organizadores)

2022



Equipe editorial

Organizadores Cláudia Naves David Amorim
Gustavo de Luna Sales
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Luciane Cleonice Durante
Simone Berigo Büttner

Coordenação Geral VI ENANPARQ Sylvia Ficher, Presidente de Honra, PPG-FAU/UNB;
Ricardo Trevisan, Presidente, PPG-FAU/UNB;
Pedro Paulo Palazzo de Almeida, PPG-FAU/UNB
Carolina Pescatori Candido da Silva, PPG-FAU/UNB

Coordenação Científica VI ENANPARQ Ana Paula Campos Gurgel, FAU/UNB
Benny Schvarsberg, PPG-FAU/UNB
Cláudia Naves David Amorim, PPG-FAU/UNB
Erica Mitie Umakoshi Kuniuchi, DAU/UNB
Joára Cronemberger Ribeiro Silva, PPG-FAU/UNB
Leandro de Souza Cruz, FAU/UNB
Maria Fernanda Derntl, PPG-FAU/UNB
Vanda Alice Garcia Zaroni, FAU/UNB
Milena D'Ayala Valva, TECCER/UEG

Projeto gráfico e diagramação Isabella Capanema

Textos, imagens, figuras e ilustrações são de responsabilidade dos autores.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer meio sem a autorização dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Inovações e tendências no ensino e pesquisa em
conforto ambiental e sustentabilidade do
ambiente construído [livro eletrônico] /
organização Cláudia Naves David Amorim...
[et al.]. -- 1. ed. -- Cuiabá, MT :
Ed. dos Autores, 2022.
PDF.

Vários autores.
Outros organizadores: Gustavo de Luna Sales,
Joára Cronemberger Ribeiro Silva, Luciane Cleonice
Durante, Simone Berigo Büttner.
Bibliografia.
ISBN 978-65-00-54215-8

1. Acústica (Arquitetura) - Aspectos ambientais
2. Arquitetura 3. Conforto ambiental 4. Projeto
ambiental integrado 5. Sustentabilidade I. Amorim,
Cláudia Naves David. II. Sales, Gustavo de Luna.
III. Silva, Joára Cronemberger Ribeiro. IV. Durante,
Luciane Cleonice. V. Büttner, Simone Berigo.

22-132135

CDD-720

Índices para catálogo sistemático:

1. Conforto ambiental : Arquitetura : Projetos 720

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Índice

+ Prefácio	6
+ Apresentação	10
+ Parte 1. Ensino	13
14	O ensino de Conforto Térmico: uma busca por métodos mais integrados com as práticas projetuais Simone Berigo Büttner e Flávia Maria de Moura Santos
26	Relato da experiência de ensino-aprendizagem em Acústica Arquitetônica em Berçário localizado em Cuiabá/MT Luciane Cleonice Durante, Ivan Julio Apolonio Callejas e Daniela Barros Silva Freire Andrade
38	Metodologia ativa aplicada ao ensino integrado de Conforto Lumínico e Arquitetura de Interiores Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Everton Nazareth Rossete Junior e Elisa Pagliarini Cox
48	Exploraciones pedagógicas en confort y eficiencia energética realizadas por el Grupo de Investigación EMAT en Colombia Jorge Hernán Salazar Trujillo
58	Integrando graduação e pós-graduação no ensino de Conforto: Uma experiência na Universidade Federal de Minas Gerais Roberta Vieira Gonçalves de Souza e Rejane Magiag Loura
+ Parte 2. Pesquisa	69
70	Projeto Ambiental Integrado: ensino e pesquisa-ação no projeto de edifícios de balanço energético nulo Cláudia Naves David Amorim, Joára Cronemberger Ribeiro Silva e Ayana Dantas
84	Critérios de avaliação de sistemas de certificação e interface com o conforto ambiental de edificações residenciais Luciane Cleonice Durante, Carolina Mendonça Zina e Raquel Naves Blumenschein
94	Experimentos de condições ambientais na iniciação científica embasados nos princípios da Cultura Maker Vanda Alice Garcia Zanoni, Pedro Henrique Gonçalves e Caio Frederico e Silva
107	Ensino de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Design Circular em Arquitetura e Urbanismo: Resultados de Pesquisa-Ação no curso da Unicamp Vanessa Gomes
+ Perfil dos autores	122

Parte 2. Pesquisa

Experimentos de condições ambientais na iniciação científica embasados nos princípios da Cultura Maker

Vanda Alice Garcia Zanoni

Universidade de Brasília, vandazanoni@unb.br

Pedro Henrique Gonçalves

Universidade Federal de Goiás, pedrogoncalves@ufg.br

Caio Frederico e Silva

Universidade de Brasília, caiosilva@unb.br

Propõe-se relatar as experiências empíricas na pesquisa de Iniciação Científica com base nos princípios do movimento Cultura Maker. Envolvendo alunos da graduação (PIBIC) e pós-graduação na construção de sistemas para medições e monitoramento em campo das condições ambientais do ambiente construído, são comparadas as realidades medidas com os modelos simulados e as bases de dados consolidados. O uso de sensores conectados a placas do tipo microcontrolador Arduino Uno exige a programação com utilização de códigos abertos para a criação, conectividade e integração de planilhas eletrônicas com os bancos de dados, permitindo visualização de dados e avaliação de desempenho dos ambientes monitorados. Os sistemas de medição, monitoramento e simulação constituem-se a base para os processos automatizados e parametrizados, cujo conhecimento e controle em tempo real da realidade medida são desejáveis para a comparação com a realidade simulada. Em diferentes abordagens, os três estudos apresentados mostram o potencial de aplicação, tanto na escala do sistema construtivo e do conforto ambiental interno como na escala do microclima urbano.

Palavras-chave: Cultura Maker. Sistemas de medição. Sensores. Conforto higrotérmico. IoT.

1. Introdução

A difusão de tecnologias digitais no ensino de Arquitetura introduz uma nova forma de fazer. Tradicionalmente, a habilidade desenvolvida com a “mão na massa” caracterizava-se pelos trabalhos de elaboração manual em oficinas e ateliês – maquetes físicas, modelos e protótipos –, experiências construtivas em canteiros de obra ou fazeres práticos em canteiros experimentais. No entanto, as novas gerações impulsionam a instrumentalização digital do ensino e a sua prática, em decorrência da facilidade de acesso e domínio no manuseio dos dispositivos eletrônicos. As experiências dos fazeres no contexto real migram para os fazeres nas dimensões digital e virtual.

Pedagogicamente, os currículos de Arquitetura ainda não assimilaram as mudanças tecnológicas, encontrando-se em um interlúdio entre o ensino-aprendizagem de base conteudista e aquele que instrumentaliza para a resolução de problemas pautados nos processos colaborativos, empíricos, criativos e disruptivos. Ensejando a transposição do patamar pedagógico para uma concepção associada às inovações tecnológicas, tal processo é acelerado pela cultura maker, que envolve um universo rico e plural do “faça você mesmo” ou “pôr a mão na

massa”.

Os estudos sobre a aplicabilidade da Cultura Maker no Ensino Superior ainda não ressaltam a pluralidade das suas atividades, bem como a diversidade no desenvolvimento de diferentes alunos, mas destacam-se os fazeres envolvendo a fabricação digital e a robótica, principalmente (PAULA; MARTINS; OLIVEIRA, 2021). Cabe salientar que a cultura maker pode ser aplicada em todas as disciplinas e níveis de formação, bastando criatividade, capacitação dos professores envolvidos e acesso aos recursos. Inclusive, seus princípios não são novos, já eram defendidos por John Dewey, desde a primeira metade do século XX.

O movimento Maker busca o desenvolvimento das habilidades de produção criativa como fruto da experimentação, da colaboração e do compartilhamento. Tal processo provoca a curiosidade do aluno, o desejo de aprender a controlar a própria aprendizagem e se transformar a partir de suas vivências e experiências. Ribeiro (2016, p. 28) define o movimento Maker como o movimento de fazedores:

[...] alicerçado à ideia de Dewey sobre aprender por meio da experiência, do aprender fazendo, que pode desencadear o Pensamento Reflexivo, pois se fundamenta no processo investigativo. Esse movimento, que preconiza a mão na massa (hands on), permite o aprendiz a ter o controle sobre a própria aprendizagem, tornando-o protagonista (mais ativo e mais responsável pelos processos de aprender), por se basear na própria capacidade de criação, na autonomia e na produção criativa.

Nesse contexto, quanto mais o domínio digital avança, mais necessária se faz a mediação entre o real e o simulado. A simplificação de modelos requer muito conhecimento da realidade, o que demanda vivenciá-la. Nesse sentido, medir os fenômenos e representá-los no mundo digital e/ou virtual é um campo do conhecimento que deve ser explorado desde a formação básica, consolidando-se na potencialização da habilidade criativa e desenvolvimento tecnológico na formação superior.

Conhecer a realidade é vivenciá-la, e, nesse sentido, os experimentos com medições in loco e levantamentos de campo são vivências desejáveis no âmbito da pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Em especial, na Iniciação Científica com os alunos da graduação, esses experimentos conjugam uma série de ferramentas para instrumentalizar os processos e embasar as análises que exigem estratégias

integradas. Linguagem de programação, código aberto, ambiente colaborativo, programação de sensores de baixo custo, entre outros, são recursos que ampliam a aplicabilidade da cultura maker na experimentação da realidade vivenciada, e podem ser associados ao se delinear as pesquisas para os jovens cientistas.

Em tempos de mudanças climáticas, o monitoramento das condições do ambiente construído torna-se premente. Para monitorar é preciso medir. Segundo a ISO 9001 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2015), medir é comparar uma grandeza com uma outra, de mesma natureza, tomada como padrão. Portanto, medição é o conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor de uma grandeza. Enquanto a medição pode ser um procedimento executado em um passo de tempo, o monitoramento é entendido como a determinação da situação de um sistema, um processo, um produto, um serviço ou uma atividade (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2015), definido ao longo de um período, necessário para detectar e representar o comportamento no tempo daquilo que está sendo monitorado. O monitoramento em tempo real é uma das aplicações bem-sucedidas nos experimentos empíricos para a Iniciação Científica baseada nos princípios da cultura maker.

Este capítulo apresenta três estudos onde foram aplicados princípios da cultura maker associados à pesquisa científica empírica e exploratória com aprendizagem envolvendo experimentos de campo – neste caso, o desenvolvimento da criatividade como fruto da experimentação. Os estudos aqui apresentados foram desenvolvidos no âmbito dos grupos de pesquisa SiCAC (Simulação Computacional no Ambiente Construído) (Estudo 1) e LabAM (Laboratório do Ambiente) (Estudos 2 e 3), envolvendo o trabalho conjunto de alunos da Iniciação Científica na graduação e pós-graduação, nas Universidades de Brasília (UnB) e Federal de Goiás (UFG), respectivamente.

Em síntese, as figuras 1 e 2 apresentam o delineamento das pesquisas desenvolvidas, cujas temáticas e abordagens são afins em ambos os grupos de pesquisa.

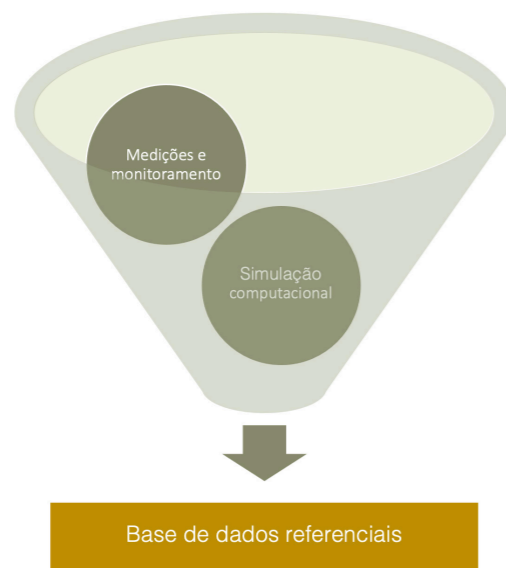
O SiCAC (Simulação Computacional no Ambiente Construído) é um grupo de pesquisa vinculado ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB. Desde 2017, o SiCAC discute o uso de ferramentas computacionais

Figura 1: Delineamento da pesquisa experimental.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 2: Abordagem integrada dos estudos experimentais embasada na Cultura Maker.



Fonte: Elaboração própria (2021)

aplicadas às diferentes escalas da Arquitetura e do Urbanismo, atuando de forma multidisciplinar, fomentando o diálogo interdepartamental e interinstitucional.

O LabAM (Laboratório do Ambiente), criado em 2016, é vinculado ao curso de Arquitetura e Urbanismo da UFG, e desenvolve pesquisas visando a melhoria da qualidade dos espaços edificados, desempenho ambiental das edificações, novas tecnologias e gestão da informação na Arquitetura e no Urbanismo.

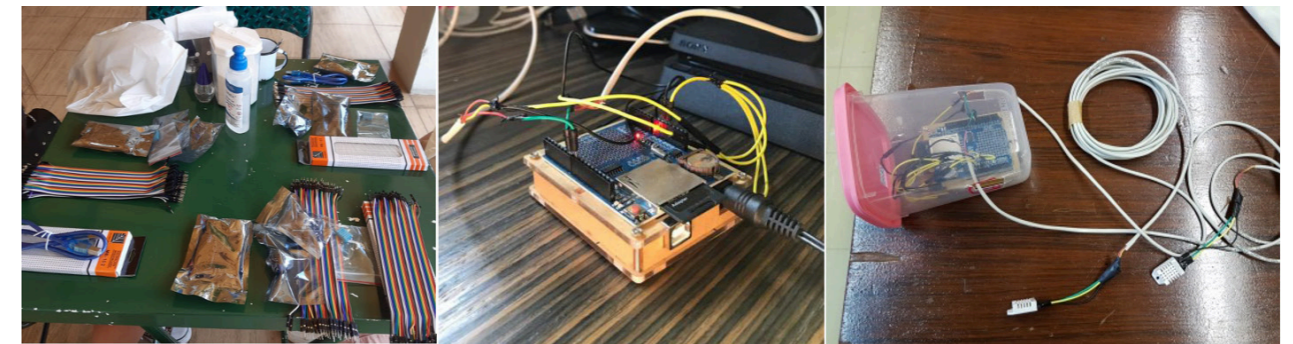
2. Estudo 1: medição e monitoramento higrotérmico em sistemas construtivos

Neste Estudo 1, o objetivo foi avaliar o comportamento higrotérmico de sistemas construtivos de fachada. O método de investigação envolveu as medições horárias de umidade e temperatura para o

monitoramento em campo, durante os meses do período chuvoso em Brasília (Zona Bioclimática 4) em parede de alvenaria da fachada leste. Foram medidas quatro variáveis: umidade relativa do ar na superfície externa, umidade relativa do ar na superfície interna, temperatura na superfície externa e temperatura na superfície interna.

As medições foram realizadas por meio de dois sensores DTH22 conectados a um microcontrolador Arduino Uno que registrou e armazenou os dados a cada 10 minutos. Os equipamentos utilizados nas medições são sensores DHT22 do modelo AM2302 e apresentam as seguintes especificações (Figura 3): Faixa de medição de temperatura de -40°C a $+80^{\circ}\text{C}$; Faixa de medição de umidade de 0% a 100%UR; Precisão de umidade de medição de $\pm 2,0\%$ UR; Precisão de medição de temperatura de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; Resolução de 0,1; e Tempo de resposta de 2s.

Figura 3: Microprocessador Arduino: (a) Componentes; (b) Montagem; (c) Protótipo de medição.

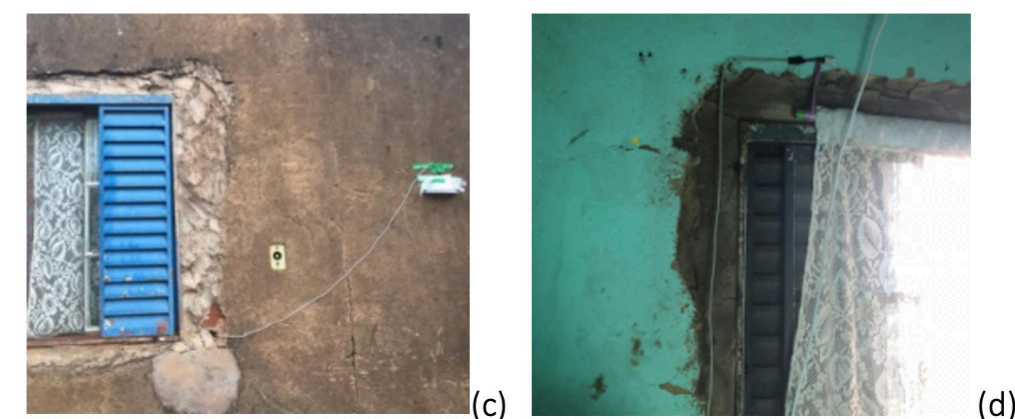
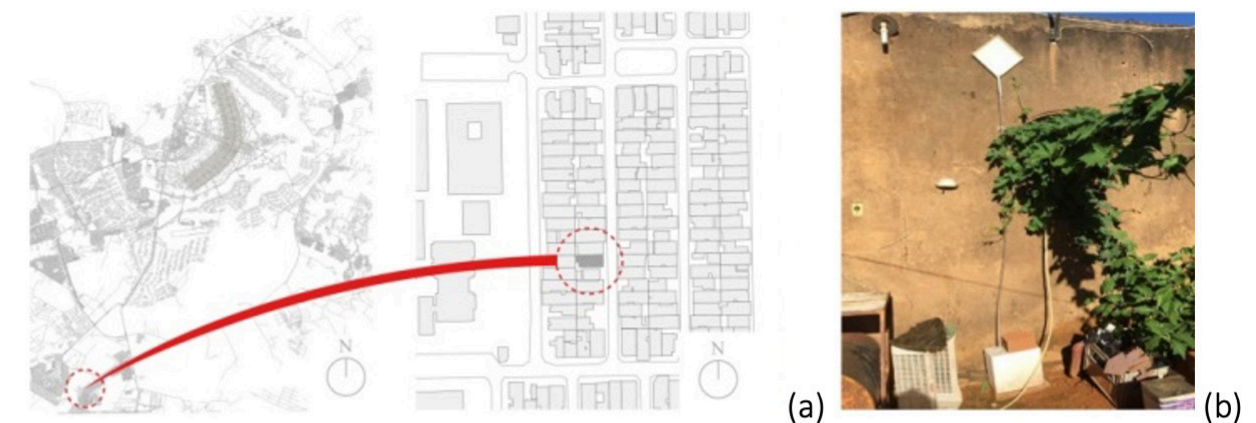


Fonte: Nunes (2019); Dantas (2019)

A montagem dos sensores conectados ao microcomputador foi realizada pelos próprios alunos, inclusive a programação utilizando código aberto. Esse procedimento proporcionou aprendizado quanto ao uso de uma linguagem de programação e algoritmos, criação de banco de dados para organizar os dados coletados em planilhas eletrônicas, inclusive com importação de dados em diferentes tipos de arquivos. Com a base de dados organizada e compatível com as variáveis de estudo, foi possível experimentar os mais diversos tipos de visualização de dados, como gráficos, tabelas dinâmicas, infográficos, entre outros.

Os sensores conectados ao microcomputador precisam ser calibrados e essa tarefa requer conhecimentos relacionados à especificação dos equipamentos e componentes, precisão, unidades de medida, faixa de variação do parâmetro medido, valores de referência, controle de qualidade do dado medido, interferências externas, etc. O processo desperta no pesquisador iniciante a percepção das bases científicas para a experimentação empírica. A comparação dos dados medidos com as bases de dados de referência é a motivação para busca da compreensão e das explicações dos fenômenos observados.

Figura 4: Unidade habitacional autoconstruída: (a) Localização; (b) Fachada Leste; (c) Sensor DTH22 posicionado na face externa da parede; (d) Sensor DTH22 posicionado na face interna da parede.



Fonte: Nunes (2019); Zanoni et al. (2020)

Figura 5: Edifício em altura: (a) Localização; (b) Fachada Leste; (c) Sensor DTH22 posicionado na face externa da parede; (d) Sensor DTH22 posicionado na face interna da parede.



Fonte: Dantas e Zanoni (2020)

Para este estudo, foram selecionadas duas experiências realizadas em diferentes tipologias de edificação – uma habitação térrea autoconstruída e um edifício em altura –, ambas com a fachada leste disponível para as medições. Os sensores externos foram protegidos contra a chuva e a radiação solar direta por um artefato perfurado desenvolvido para não permitir a retenção do ar quente em seu interior. Internamente, os sensores foram posicionados na superfície da parede de fachada, a meia altura do pé-direito.

A habitação térrea está localizada na Região Administrativa de Santa Maria, em Brasília-DF (Figura 4). O sistema construtivo consiste em paredes de alvenaria de vedação com bloco cerâmico de 9 cm de espessura, com revestimento em argamassa de 2 cm em ambas as faces (interna e externa). A casa habitada por quatro pessoas encontrava-se em uso regular. Ventilada naturalmente e sem sistema de ar-condicionado instalado, as renovações de ar

aconteciam somente pelas aberturas de portas e janelas. As medições ocorreram na fachada leste da casa térrea, especificamente na parede da sala.

O edifício em altura (seis pavimentos mais pilotis) está localizado em uma superquadra residencial da Asa Norte, na cidade de Brasília-DF (Figura 5). O sistema construtivo consiste em paredes de alvenaria de vedação com bloco de concreto de 9 cm de espessura, com revestimento em argamassa de 2 cm em ambas as faces (interna e externa).

O apartamento é habitado por quatro pessoas e encontrava-se em uso regular. As renovações de ar aconteciam tanto pelas aberturas de portas e janelas quanto por aparelhos de ar-condicionado. As medições ocorreram na fachada leste do quarto do apartamento do sexto andar – parte mais alta do edifício com cerca de 20 metros de altura.

2.1. Considerações sobre o Estudo 1

A ação do clima sobre os sistemas construtivos da edificação produz efeitos na resposta térmica e no desempenho higrotérmico dos componentes e elementos que configuram a sua materialidade. As variáveis respostas são fatores e fenômenos que foram influenciados pela orientação de fachada, condições de exposição e materialidade do sistema construtivo. Embora haja muitas pesquisas sobre as medições de campo de temperatura e umidade do ambiente interior (BARBOSA; WEILLER; LAMBERTS, 2007), poucos estudos tratam da resposta do sistema construtivo: “[...] existe dificuldade em identificar somente o efeito do sistema construtivo na resposta térmica da edificação e, conseqüentemente, não se tem informação precisa sobre sua adequação ao clima do local [...]” (BRITO et al., 2017, p. 37).

Nessa abordagem, os jovens pesquisadores são motivados a desenvolver um raciocínio crítico quanto à qualidade e pertinência do dado, e tomar decisões quanto a sua validade, justificando a sua aceitação ou descarte. Ao transformar os dados em informações sobre o comportamento do objeto de estudo, fazem isso em bases científicas, levantando hipóteses e associando os fenômenos (Figura 6). Ou seja, são momentos ricos em pensamentos reflexivos que produzem conhecimento e os transferem para situações similares.

As variáveis meteorológicas caracterizam-se como séries temporais, cujo comportamento cíclico e sazonal deve apresentar padrões não aleatórios, isto é, comportamentos previsíveis inerentes à variável em análise. Por isso, os dados medidos pelos sensores devem ser comparados com os limites apresentados

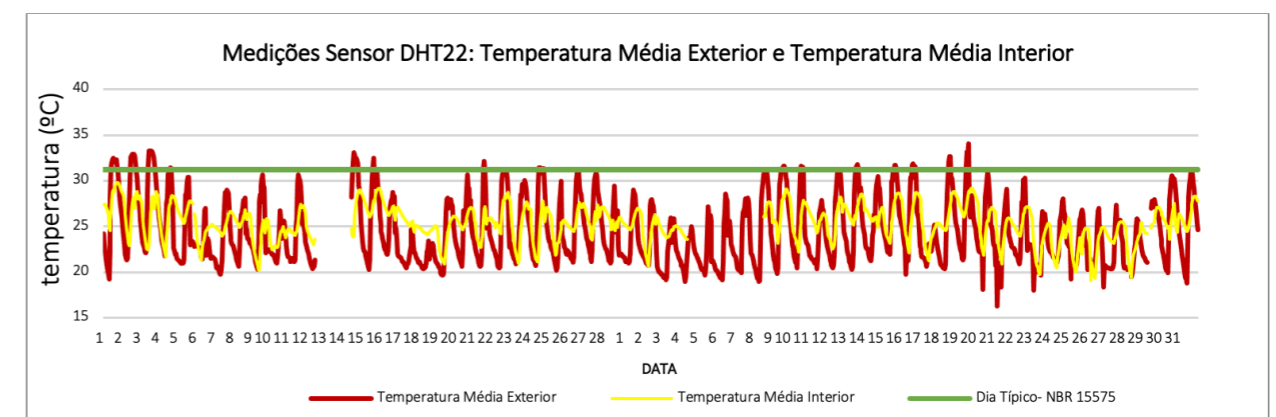
pelos parâmetros referenciais normativos, e serem compatíveis com as séries históricas. O tratamento das variáveis não se restringe somente à sua compilação e formatação. São indesejáveis dados espúrios, não condizentes com as características físicas e o comportamento conhecido das variáveis analisadas (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2017).

Para análise da abrangência dos dados são levantados os valores máximos e mínimos, assim como a distribuição e a amplitude, que podem ser visualizados em gráficos (figuras 7 e 8). O cruzamento das informações obtidas por meio dos dados coletados nas medições em campo com as séries históricas, os parâmetros normativos ou consolidados em pesquisas publicadas, ou resultados de simulações computacionais, podem ser um eficiente método de calibração e validação dos métodos de pesquisa de campo.

O método empírico produz resultados medidos na amostra e que balizam o entendimento do comportamento e controle das variáveis respostas obtidas nas simulações computacionais. O modelo configurado para as simulações computacionais higrotérmicas corresponde às condições de exposição e materialidade apresentadas pela amostra selecionada para o estudo de campo. De forma a avaliar as relações dose-resposta no experimento proposto, a simulação computacional fornece fatores de controle para identificar se a medição de campo apresentou padrões e escalas similares, possibilitando explicar as relações de causa e efeito (GROAT; WANG, 2013).

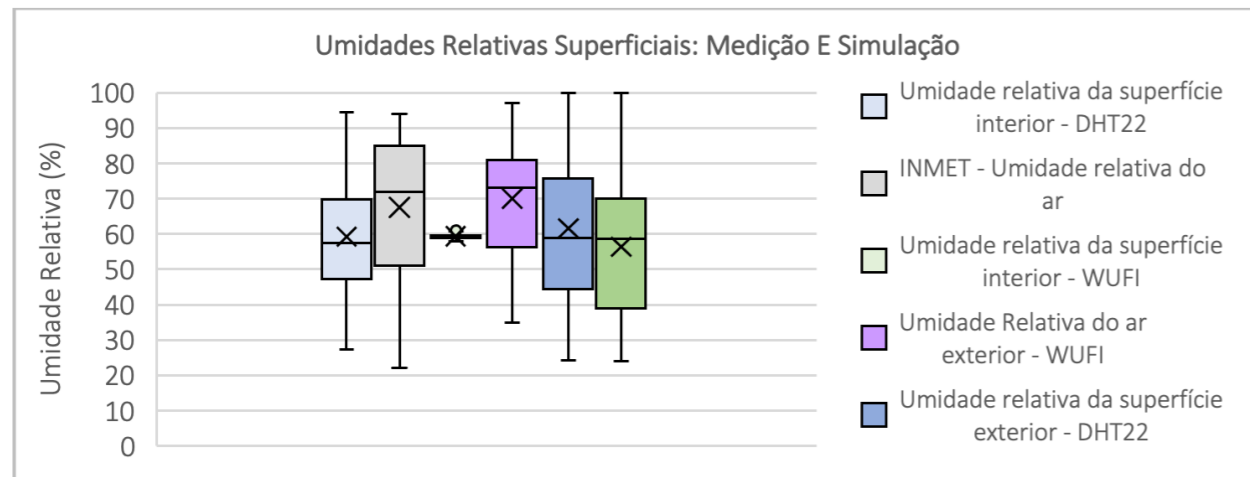
Uma vez coletados os dados, é feito um cruzamento das medidas em campo com as informações obtidas na simulação computacional, podendo então explicar como os materiais e componentes porosos, com

Figura 6: Resultado do monitoramento das temperaturas superficiais com sensores no edifício em altura.



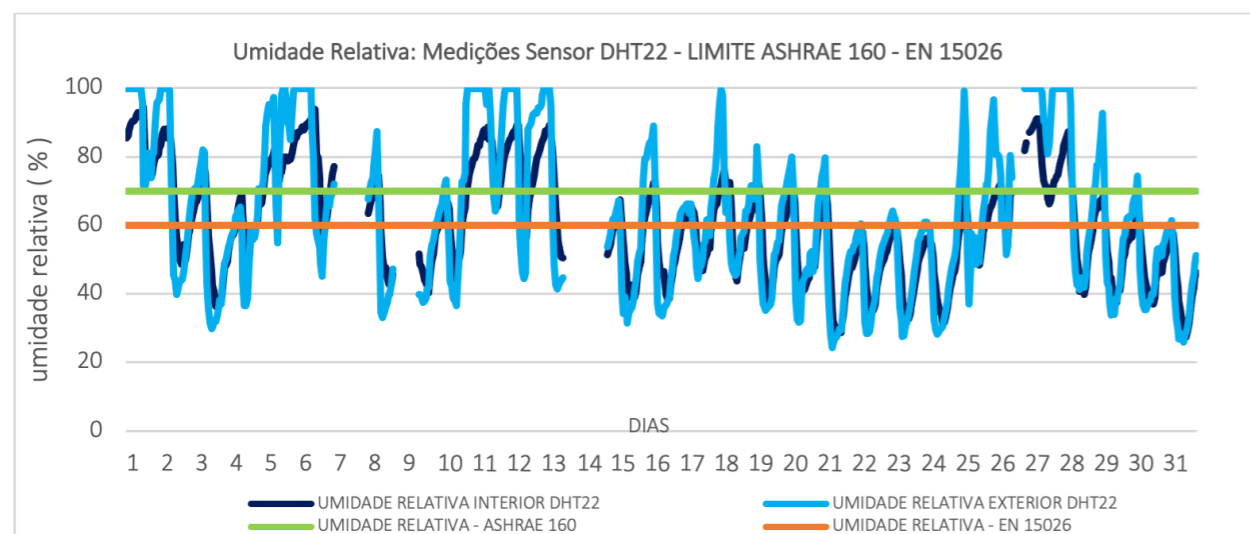
Fonte: Dantas e Zanoni (2020)

Figura 7: Resultados dos dados coletados em diferentes métodos de pesquisa na habitação autoconstruída.



Fonte: Zanoni et al. (2020)

Figura 8: Resultado do monitoramento da umidade relativa na fachada na habitação térrea autoconstruída.



Fonte: Zanoni et al. (2020)

determinadas propriedades de absorção de água e resistência à difusão do vapor de água, acarretam maior ou menor transporte de massa nas paredes de alvenaria de vedação. Nesses experimentos, o programa computacional higrotérmico utilizado foi o WUFI Pro 6.2 – Wärme – Und Feuchttransport Instationär – Transient Heat and Moisture Transport. O uso de modelos de simulação é uma ferramenta importante, uma vez que nos permite testar possíveis soluções e diferentes estratégias de controle do clima com um alto nível de confiança.

Com o foco na condição ambiental interna, considera-se que os parâmetros de desempenho do sistema construtivo a serem medidos em campo podem ser representados pela temperatura e umidade

relativa superficiais, e o efeito na superfície não deve ultrapassar os limites desejados de temperatura do ar e umidade relativa do ar para o ambiente interior, cuja condição de equilíbrio corrobora o balanço higrotérmico. Para Coelho, Silva e Henriques (2018), os dados coletados em campo são necessários para a validação e a calibração dos modelos, além de proporcionar maior confiabilidade no entendimento dos fenômenos higrotérmicos envolvidos.

Os sistemas passivos dependem potencialmente das condições externas, bem como das características do edifício. Portanto, o monitoramento das ações do clima exterior ao longo de um período, assim como o comportamento higrotérmico dos sistemas construtivos como resposta às condições de exposição,

embasam a avaliação das estratégias passivas e a seleção de soluções. O monitoramento por períodos limitados não é suficiente para caracterizar alterações no clima ou no seu comportamento médio. É fato, portanto, que as campanhas de monitoramento nos experimentos de pesquisadores iniciantes devem estar restritas ao entendimento dos fenômenos e hipóteses prováveis, sem, no entanto, estender para cenários futuros ou generalizar os achados de pesquisa.

3. Estudo 2: medição e monitoramento do conforto térmico com Internet das Coisas

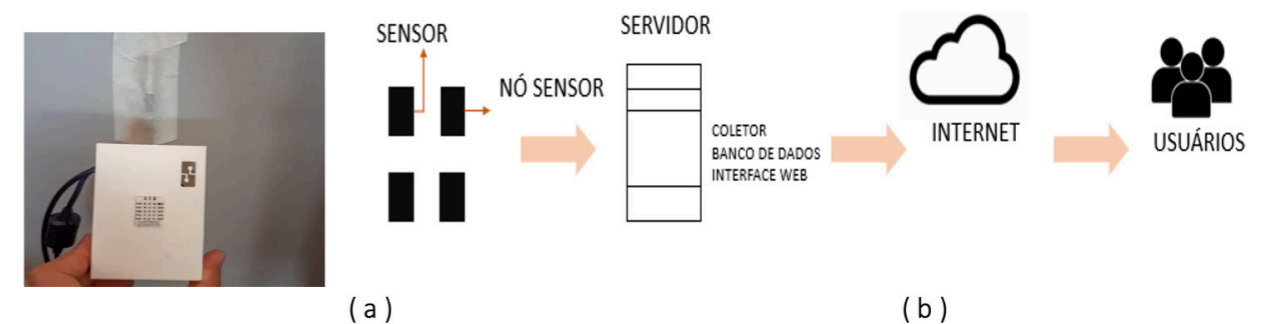
Este Estudo 2 teve como objetivo avaliar o uso de um sistema de monitoramento de baixo custo utilizando hardwares livres e plataformas de IoT Open Source, com o foco no conforto térmico do usuário em edificações. O conceito de Internet das Coisas (IoT) propõe que os sistemas computacionais a serem desenvolvidos sejam conectados à rede mundial de computadores (Internet) como um dos recursos para a coleta e armazenamento de informações. A ideia é sistematizar a maneira como as informações coletadas podem ser analisadas e utilizadas para as tomadas de decisões nas situações encontradas durante as medições e monitoramento.

Para esta pesquisa foi construído um sistema embarcado e instalado no galpão do Laboratório de Ideias, Prototipagem e Empreendedorismo da UFG, na cidade de Goiânia-GO (Figura 9). O desenvolvimento do protótipo do sistema testado (Figura 10-a) procurou dar ênfase em componentes acessíveis no que diz respeito ao custo. A Figura 10-b ilustra o fluxo de funcionamento do protótipo.

O protótipo foi desenvolvido para medir a temperatura do ar, umidade, ponto de orvalho, índice de calor e temperatura superficial interna de uma parede em alvenaria de bloco cerâmico de seis furos, rebocada nos dois lados e pintada com cor clara, localizada na fachada norte da edificação. O monitoramento buscou avaliar o conforto térmico dos usuários sem a utilização de sistemas de refrigeração, durante o período de clima quente e seco.

O protótipo foi construído com o uso de um microcontrolador ESP 8266 3.3V, com módulos wi-fi. O sistema utilizou dois sensores, um Dht22 e um Ds18b20 (sensor de temperatura com precisão de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ entre -10°C e $+85^\circ\text{C}$). O sensor Ds18b20 foi utilizado para medir a temperatura de superfície.

Figura 9: (a) Protótipo; (b) Esquema de funcionamento do protótipo.



Fonte: Gonçalves; Nunes e Rodrigues (2020)

Figura 10: Fachada do Galpão de Produção do IPElab.



Fonte: Gonçalves; Nunes e Rodrigues (2020)

O sistema foi conectado à rede de Internet. Após a leitura, os dados foram enviados para uma plataforma ThingSpeak de IoT, para seu armazenamento e posterior análise. O case foi construído com o uso de impressora 3D, reforçando as possibilidades de construção de sistemas personalizados e de baixo custo.

A título de exemplificação, a Figura 11 apresenta os dados coletados no monitoramento do conforto ambiental. Os valores referentes à temperatura indicam que, no período dos dias 5 a 8 de outubro, as temperaturas internas oscilaram entre 32°C e 36°C. As medições de umidade relativa do ar registram uma média acumulada abaixo de 33%, com variações oscilando entre os percentuais de umidade de 28% e 40%. Ademais, as leituras referentes à temperatura de contato – sensor acoplado à parede do laboratório – revelaram valores em média na faixa dos 28°C, ilustrando que a temperatura do ar interno é superior à temperatura das superfícies das vedações, demonstrando que o fator de aquecimento pode ter grande relação com

a cobertura, as aberturas da edificação e o calor emitido pelos equipamentos em funcionamento.

O índice de calor, medida para definir qual a intensidade do calor que uma pessoa sente de acordo com a variação de umidade e temperatura, aponta valores altos ao longo do período hora/sol, registrando valores acima de 36,5°C. O ponto de orvalho medido apresentou uma média próxima de 16°C, demonstrando a necessidade de uma redução muito grande da temperatura do ar para que ocorra fenômenos relacionados à condensação de água dentro do ambiente.

3.1 Considerações sobre o Estudo 2

Com a análise dos gráficos do Estudo 2 é possível concluir a existência de um alto nível de aquecimento no ambiente interno do laboratório monitorado. Entende-se que o horário registrado costuma ser mais quente do que os outros períodos do dia, pois o sol está a pino. No entanto, outras causas podem

estar associadas ao calor intenso registrado, como as recentes queimadas que vêm acontecendo na região de Goiás. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram registrados 434 focos de queimada em Goiás, apenas em setembro no ano de 2020, com 48 ocorrências por dia, sendo um período atípico que ocorreu durante os estudos.

O protótipo construído pode ser utilizado no monitoramento das edificações ou estudos de conforto do usuário, desde que os sistemas sejam calibrados de acordo com as normativas. Por duas vezes durante o monitoramento, o protótipo parou de funcionar pelo desligamento inesperado de energia. Para melhorar o dispositivo em questão, sugere-se o uso de baterias caso haja quedas ou oscilações de energia. Em um sistema de monitoramento ambiental a perda ou suspensão dos dados pode ser crucial para o papel ao qual foi construído. Ademais, o protótipo viabilizou análises do ambiente interno do laboratório onde foi instalado, de acordo com a sua função prevista, permitindo a elaboração e a tomada de medidas corretivas, de acordo com os valores obtidos.

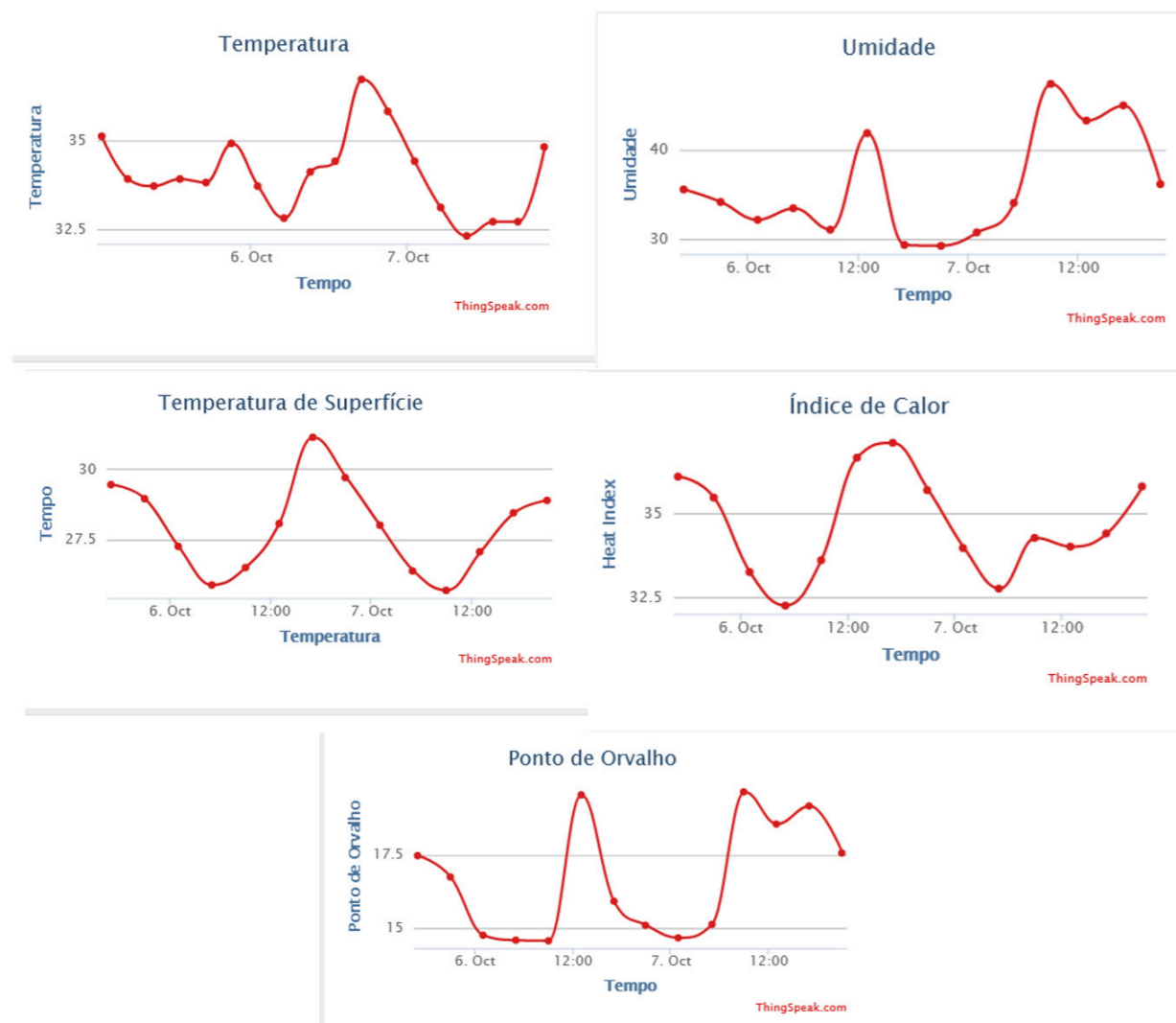
4. Estudo 3: medição e monitoramento do clima urbano em Zonas Climáticas Locais

O Estudo 3 concentrou-se no desenvolvimento de Zonas Climáticas Locais (ZCLs). Esse método de

classificação leva em consideração dados detalhados de cada recorte de estudo, visando uma análise minuciosa das intempéries climáticas e os fatores que as impulsionaram, corroborando com soluções específicas e efetivas. Para este estudo, buscou-se construir um método de coleta móvel, personalizável, simples e acessível, onde seja possível realizar o levantamento e armazenamento dos dados necessários para a classificação das ZCLs. Para isso, o recorte analisado no estudo piloto foi o Campus Samambaia da UFG, localizado na cidade de Goiânia-GO (Figura 12). O local foi escolhido por possuir áreas distintas na malha urbana, configurando a possibilidade de diferentes valores ambientais em uma pequena parcela urbana.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas principais, sendo elas: definição do polígono de estudo, levantamento de campo, sistematização dos dados para produção de mapas e publicação dos resultados. Para o levantamento de dados, foi construído um sistema embarcado móvel constituído de um microcontrolador Arduino UNO, um sensor de temperatura e umidade DHT22, um módulo GPS NEO6M, um módulo de leitor e gravador de dados SD para função de datalogger e uma bateria de 9V (Figura 13). O case foi feito em madeira compensada com o auxílio de uma máquina de corte a laser (CNC a laser) do laboratório de prototipagem (IPElab) da UFG.

Figura 11: Gráficos das variáveis medidas no período de monitoramento.



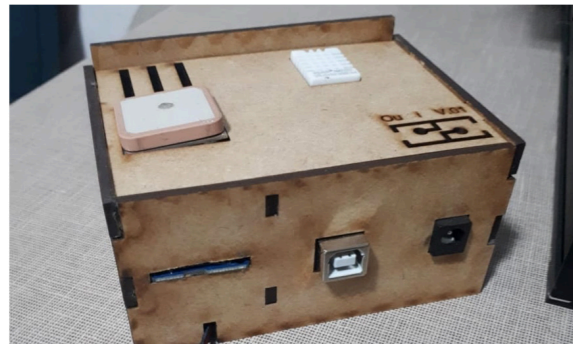
Fonte: Gonçalves; Nunes e Rodrigues (2020)

Figura 12: Mapa do Campus Samambaia (UFG).



Fonte: Gonçalves; Engel e Ferrarez (2021)

Figura 13: Protótipo do medidor de variáveis móvel.

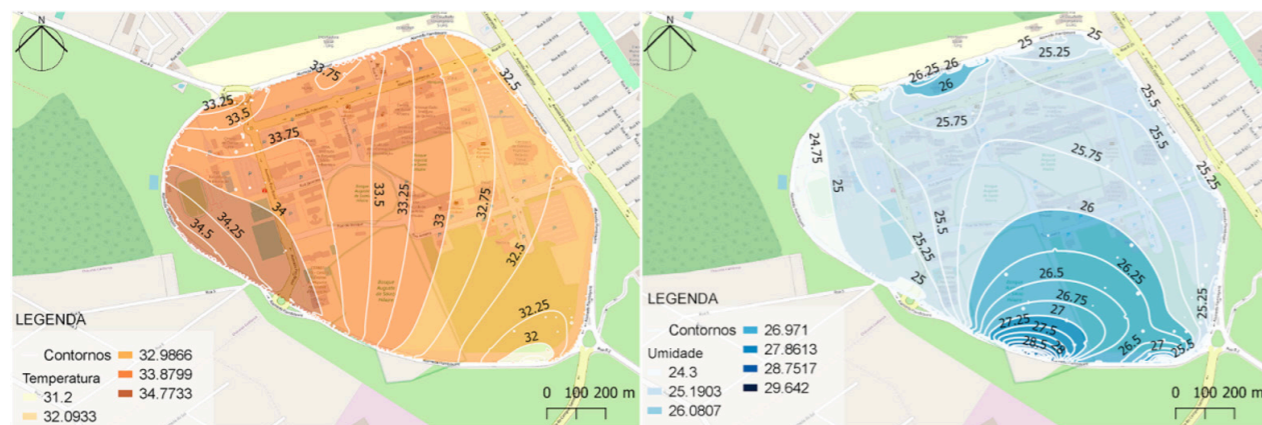


Fonte: Gonçalves; Engel e Ferrarez (2021)

A programação do sistema foi feita no IDE (Integrated Development Environment) do Arduino, com a gravação programada a cada 15 segundos. A coleta de dados gerou um conjunto de informações sobre cada ponto, como horário da coleta, latitude e longitude, precisão, altitude, velocidade, temperatura e umidade. Levando em conta que atualmente não existem equipamentos semelhantes no mercado com tais funcionalidades, o protótipo apresenta-se como uma inovação no campo de coletas de dados.

Na etapa de sistematização dos dados e produção de mapas houve a classificação dos dados da coleta de campo e o posterior processamento em softwares que atuam com sistemas SIG/GIS, neste caso, o Quantum Gis (QGis). Para a etapa de publicação dos resultados, utilizou-se, dentro do programa QGis, o plugin Qgis2Web, que permite a exportação dos mapas para a Web, e sua posterior programação e publicação no site <http://www.labam.dev/mapa>. A partir do mapa construído é possível identificar os dados de temperatura e umidade, conforme observa-se na Figura 14.

Figura 14: Resultado da interpolação dos dados de temperatura e umidade na área monitorada.



Fonte: Gonçalves; Engel e Ferrarez (2021)

4.1. Considerações sobre o Estudo 3

Com o estudo realizado foi possível determinar algumas zonas climáticas, levando em consideração áreas com a mesma variação térmica e mesma variação de umidade. Consta-se a relevância dos resultados, apesar do recorte de estudo ser de pouco mais de 117 hectares, considerado pequeno em comparação a área total da cidade de Goiânia. As variações apresentadas são bem significativas, com a temperatura máxima de 34,7°C e a mínima 31,2°C, e umidade entre 24,3% e 29,6%.

Destaque-se a possibilidade de criação de equipamentos personalizados para medições e monitoramento. Esses aparatos oferecem diversas oportunidades quanto às melhorias de métodos de coleta e análise de dados climáticos das Zonas Climáticas Locais e mostraram-se como ferramentas importantes para análises específicas e conclusivas desde a micro até a macro escala.

A proposta da divulgação dos mapas na Internet visa o compartilhamento dos resultados de pesquisa para que os dados possam ser transformados em informações para planejadores urbanos e gestores, a fim de subsidiar estudos futuros.

5. Considerações finais

Os estudos conduzidos no âmbito da Iniciação Científica mostraram que a experimentação empírica associada à dimensão da realidade digital pode ser aplicada com êxito no nível da graduação, motivando o aluno a ser autor do seu processo criativo e condutor da sua própria aprendizagem. Ao professor

orientador cabe tecer a teia de conexões para que o aluno consiga rapidamente estabelecer as relações colaborativas e os ambientes de compartilhamento de ferramentas, conteúdos e experiências.

Os experimentos realizados com medições das variáveis climáticas com sensores e monitoramento em campo do clima urbano, do clima interior e do comportamento higrótérmico dos sistemas construtivos, revelaram o potencial para os estudos aplicados, associando diversas abordagens, estratégias e análises. Os estudos desenvolvidos foram bem-sucedidos, graças ao compromisso dos pesquisadores – egressos e professores – em assumirem o papel de facilitador, acelerando o processo de aprendizado dos jovens iniciantes na pesquisa científica, ao colaborar com a transferência das lições aprendidas – caminhos percorridos, achados de pesquisa, dificuldades e limitações –, inclusive as lacunas das experiências vivenciadas.

A cultura maker contribuiu para os processos descritos neste capítulo, principalmente na elaboração e construção de diversas possibilidades de sistemas ou ferramentas de baixo custo. No cenário atual das universidades brasileiras, os recursos destinados à pesquisa são escassos, portanto, recai sobre os pesquisadores o desafio de solucionar e contornar tal situação, desenvolvendo projetos de custo reduzido e franqueáveis.

Referências

BARBOSA, M. J.; WEILLER, G. C. B.; LAMBERTS, R. Disposição dos equipamentos para medição da temperatura do ar em edificações. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 89-108, 2007.

BRITO, A. C. et al. Necessidade de revisão dos métodos de avaliação do desempenho térmico de edificações no âmbito da Norma NBR 15575 e do SiNAT. In: FABRICIO, M. M.; BRITO, A. C. de; VITORINO, F. (Org.). *Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pós-ocupação*. Porto Alegre: ANTAC, 2017. 398 p.

COELHO, G.; SILVA, H. E.; HENRIQUES, F. Calibrated hygrothermal simulation models for historical buildings. *Building and Environment*, v. 142, p. 439-450, 2018.

DANTAS, A. L. F. Desempenho Higrótérmico de edifício em altura de alvenaria de bloco de concreto em

Brasília-DF: Simulação Computacional e Medições em Campo. In: 25º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Anais [...] 2019.

DANTAS, A. L.; ZANONI, V. A. G. Simulação computacional e medições in loco: um estudo do desempenho higrótérmico em um edifício alto em Brasília. CBPAT 2020 – IV Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. Anais ... CONPAT – Associação Brasileira de Patologia das Construções. Online (Fortaleza-Ceará), 2020.

DEWEY, J. Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. 4. ed. São Paulo: Nacional, 1979.

GONÇALVES, P. H.; ENGEL, E. R. M.; FERRAREZ, G. O. Construção e validação de sistema móvel de coleta de dados para construção de zonas climáticas. In: ENSUS 2021 - IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2021. Anais ... v. 3. p. 37-48. Florianópolis: UFSC, 2021.

GONÇALVES, P. H.; NUNES, G.; RODRIGUES, M. G. Construção de sistemas de monitoramento de baixo custo integrado ao IoT com foco no Smart Building. 30ª Conferência Anprotec de Empreendedorismo e Ambientes de Inovação, 2020. Anais ... 2020.

GROAT, L. N.; WANG, D. *Architectural research methods*. 2.ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9001: Quality management systems - Requirements. ISO/TC 176/SC 2 Quality systems, 2015.

NUNES, L. S. Estudo do comportamento higrótérmico na autoconstrução: simulação computacional e medições em campo em Santa Maria-DF. 25º Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília. Anais ... 2019.

PAULA, B. B.; MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T. Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: Revisão Sistemática da Literatura no Brasil. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 7, e134921, 2021.

RIBEIRO, L. A. M. *Curiouserlab: uma experiência de letramento informacional e midiático na educação*. 2016. 412 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to

the Global Observing System: n. 488. 10. ed. Geneva, 2017.

ZANONI, V. A. G. et al. Estudo higrotérmico na autoconstrução: simulação computacional e medições em campo. Ambiente Construído, v. 20, p. 109-120, 2020.

Ensino de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Design Circular em Arquitetura e Urbanismo: Resultados de Pesquisa-Ação no curso da Unicamp

Vanessa Gomes

Universidade Estadual de Campinas, vangomes@unicamp.br

Entre 2013 e 2020, a disciplina Arquitetura e Construção Sustentável, no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), alcançou aproximadamente 240 estudantes regulares, e experimentou diferentes abordagens de conteúdo. O aprofundamento inicial em certificações de edificações foi gradualmente reduzido, enquanto o foco em Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) aumentava. Desde 2017, a disciplina passou a ter como projeto semestral a realização de ACV de edificações. Iniciando por edificações escolares, considerou-se, de maneira integrada, a simulação de energia operacional e a análise dos impactos incorporados nos materiais, construção, uso e fim de vida. Este capítulo enfatiza a pesquisa-ação realizada nas ofertas da disciplina em 2019 e 2020, sendo a última delas, já impactada pelas circunstâncias de pandemia. A partir da edição de 2019, os tópicos teóricos em pegada ecológica, ACV e projeto para economia circular foram fixados por exercícios de complexidade incremental que culminavam num projeto semestral. A complexidade do objeto de projeto foi controlada, para oferecer a oportunidade de explorar percepções oferecidas pela ACV e pelo rastreamento de metas de design circular, impostas como objetivos prioritários de projeto, no redesenho e otimização da solução proposta. Isto finalmente abriu espaço para a realização de um ciclo completo de análise-síntese-análise, tão valioso para a atividade de projeto. Por fim, discute-se melhorias alcançadas e vislumbradas para o futuro, pela disponibilização de uma ferramenta automatizada para facilitar a realização de ACVs e permitir redirecionar a ênfase para experimentações de projeto.

Palavras-chave: Ensino de graduação. Arquitetura e urbanismo. Avaliação de Ciclo de vida (ACV). Economia circular. Cradle to Cradle (C2C).

1. Introdução

Entre 2013 e 2020, a disciplina AU701 | Arquitetura: Projeto e Construção sustentável, no curso de Arquitetura e Urbanismo (AU) da Universidade de Campinas (UNICAMP), alcançou aproximadamente 240 estudantes regulares, e experimentou diferentes abordagens de conteúdo. O foco inicial em certificações ambientais foi gradualmente incorporando aspectos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Com o tempo, o aprofundamento em certificações – sempre mantido a pedido dos discentes – foi gradualmente reduzido e o tema passou a ser explorado no formato de aula teórica complementada por seminário discente, enquanto o foco em ACV aumentava.

Nas edições de 2013 e 2014, houve clara ênfase em avaliação ambiental de edificações. Os ciclos de Pesquisa-Ação (AR, do acrônimo em inglês Action Research) referentes a 2015 e 2016 evidenciaram que apesar da dedicação dos alunos, o projeto final precisava de mais tempo, preferencialmente em sala de aula. Essa limitação é particularmente delicada em cursos noturnos, como o da UNICAMP, principalmente para estudantes cursando os últimos anos, quando praticamente todos já estagiam ou trabalham e a disponibilidade para encontro presencial se torna

Perfil dos autores



Ayana Dantas de Medeiros

Arquiteta e urbanista, mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília e doutoranda na área de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade. Docente no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Roraima e pesquisadora no Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética, com ênfase em ventilação e iluminação natural.



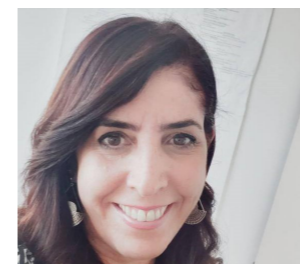
Caio Frederico e Silva

Arquiteto e Urbanista, doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Desenvolve pesquisas na área de sustentabilidade do ambiente construído, eficiência energética e simulação computacional.



Carolina Mendonça Zina

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília e doutoranda no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, na mesma linha. Atua nas áreas de Conforto Ambiental, Sustentabilidade e Análise do Ciclo de Vida.



Cláudia Naves David Amorim

Arquiteta e Urbanista, doutora em Tecnologias Energéticas e Ambientais na Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Docente da Universidade de Brasília (UnB). Atua em pesquisas nas áreas de sustentabilidade e qualidade ambiental, principalmente nos seguintes temas: Iluminação natural, conforto ambiental, eficiência energética, projeto de arquitetura, reabilitação de edifícios e simulação computacional.



Daniela Barros Silva Freire Andrade

Psicóloga, doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Docente no Curso de Psicologia da UFMT e no Programa de Pós-Graduação em Educação. Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Psicologia da Infância (GPPIN). Tem experiência em Psicologia da Aprendizagem e Desenvolvimento e da Psicologia Social com ênfase na Teoria das Representações Sociais. Desenvolve pesquisas sobre infâncias e com crianças no contexto da cidade, educação e atenção à saúde.



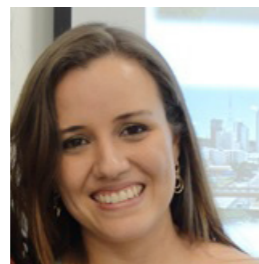
Elisa Pagliarini Cox

Arquiteta e Urbanista, doutora em Urbanismo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFMT. Atua em pesquisas nas áreas de projeto arquitetônico, clima urbano, urbanismo e produção do espaço.



Everton Nazareth Rossete Junior

Arquiteto e Urbanista, mestre em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e doutorando no Programa de Pós Graduação em Estudos de Cultura Contemporânea (PPG-ECCO) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFMT. Atua em pesquisas nas áreas de Urbanismo, História, Arquitetura da Cidade e Poéticas, artes e culturas em Estudos de Cultura Contemporânea.



Flávia Maria de Moura Santos

Arquiteta e Urbanista, doutora em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFMT e do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Atua nas áreas de sistemas urbanos, tecnologia construtiva, geografia urbana e conforto ambiental.



Gustavo de Luna Sales

Arquiteto e Urbanista, doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB. Desenvolve pesquisas no Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e Urbanismo (LaSUS) e no grupo de pesquisa SiCAC - Simulação Computacional do Ambiente Construído, com foco em ventilação natural para o conforto térmico passivo e a qualidade do ar no espaço construído e aplicação da fluidodinâmica computacional na arquitetura e no urbanismo.



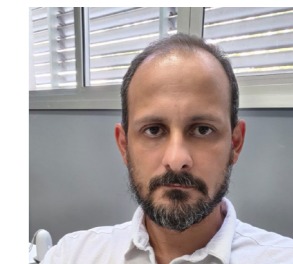
Karyna de Andrade Carvalho Rosseti

Arquiteta e Urbanista, doutora em Física Ambiental na linha de Análise Microclimática de Sistemas Urbanos pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo UFMT. Desenvolve pesquisas relacionadas ao conforto ambiental, microclima urbano, modelagem computacional de sistemas urbanos, sustentabilidade e inovação de processos e produtos do ambiente construído.



Luciane Cleonice Durante

Engenheira Civil, doutora em Física Ambiental na linha de Conforto Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Coordenadora do Laboratório de Tecnologia e Conforto Ambiental (LATECA) da UFMT. Possui interesse pela área de inovação, sustentabilidade e resiliência do ambiente construído.



Pedro Henrique Gonçalves

Arquiteto e Urbanista, doutor em Estruturas e Construção Civil pelo Programa de Pós-Graduação. Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Goiás - Regional Goiás,, onde são desenvolvidas pesquisas nas áreas de: tecnologia e inovação no ambiente construído, planejamento urbano climaticamente responsável e desempenho das edificações.



Ivan Julio Apolonio Callejas

Engenheiro Civil, doutor em Física Ambiental na linha de Análise Microclimática de Sistemas Urbanos pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Possui interesse na área de tecnologia do ambiente construído, com enfoque na sustentabilidade, voltados ao desempenho termo energético das edificações e desenvolvimento de materiais, produtos e processos construtivos inovadores.



Joára Cronemberger Ribeiro Silva

Arquiteta e Urbanista, doutora em Arquitetura e Construção pela Universidad Politécnica de Madrid. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB e vice-coordenadora do Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética (LACAM). Desenvolve pesquisas relacionadas a estratégias de eficiência energética, sustentabilidade e integração de sistemas fotovoltaicos no ambiente construído.



Jorge Hernán Salazar Trujillo

Arquiteto, mestre em Energias Renováveis com Aplicação na Edificação (Universidad Internacional de Andalucía, Espanha) e em Tecnologias Avançadas em Construção Arquitetônica (Universidad Politécnica de Madrid, Espanha). Professor titular da Universidad Nacional de Colombia. Fundador do grupo de pesquisa em Energia, Meio Ambiente, Arquitetura e Tecnologia. Atua em pesquisas relacionam-se a qualidade ambiental, vento, sol, luz energia e suas implicações nos projetos.



Raquel Naves Blumenschein

Arquiteta e Urbanista, doutora pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UnB e Diretora do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído – PISAC/PCTec/UnB. Desenvolve pesquisas com foco em Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído e Projeto e Planejamento Edifício, Urbano e Regional.



Rejane Magiag Loura

Arquiteta e Urbanista, doutorado em Ciências e Técnicas Nucleares pela Universidade Federal de Minas Gerais. Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da UFMG. Áreas de interesse: abordagem integrada de eficiência energética, conforto ambiental e tecnologia da construção com vistas a resiliência de edificações e cidades frente às mudanças climáticas.



Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Arquiteta e Urbanista, doutora em Engenharia Civil pela UFSC, Docente da Escola de Arquitetura da UFMG e no Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Atua na área de sustentabilidade do ambiente construído, eficiência energética e iluminação.



Simone Berigo Büttner

Arquiteta e Urbanista, especialista em Conforto Ambiental e Eficiência Energética, mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (FAU/USP) e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, na linha de Análise Microclimática de Sistemas Urbanos, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFMT. Atua em pesquisas nas áreas de inovação, sustentabilidade e resiliência do ambiente construído.



Vanda Alice Garcia Zanoni

Engenheira Civil, doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília. Docente do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNB. Principais temas de interesse: conservação do patrimônio moderno, HBIM, desempenho higrotérmico, monitoramento e simulações computacionais, condições de exposição, estado de conservação, durabilidade, degradação, manutenção e reabilitação das edificações, inspeções prediais, necessidades habitacionais, inadequação de moradia, melhoria habitacional e assistência técnica.



Vanessa Gomes

Arquiteta e Urbanista, Doutora em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Docente da Faculdade de Engenharia Civil e líder do Grupo de Pesquisa "Qualidade e Sustentabilidade do Ambiente Construído UNICAMP. Atua nas áreas de durabilidade de materiais e componentes, gestão ambiental e redução do impacto ambiental da construção civil.



UnB



UFMT

ISBN: 978-65-00-54215-8

CSL



9 786500 542158