

## CONFORTÍMETRO KLIMAA: SISTEMA DIGITAL DE SENSORIAMENTO E CAPTURA DE DADOS AMBIENTAIS PREDIAIS

PEDRO HENRIQUE LIMA DE MESQUITA<sup>1</sup>; AMANDA JHENNIFER MARQUES VIEIRA<sup>1</sup>; GABRIEL LEITE BESSA<sup>1</sup>; LUCIANO LUDWIG HELING<sup>1</sup>; WILIANS DONIZETE DA SILVA JUNIOR<sup>1</sup>; ANDERSON PRIEBEN FERRUGEM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – {phlmesquita, ajmvieira, gabriel.lb, llhelwing, , wddsjunior, ferrugem}@inf.ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

Sistemas de automação predial normalmente englobam a criação de sistemas de gestão de energia, segurança física, controle de acesso, e proteção contra incêndios, entre outros. O sistema de gestão de energia, também conhecido como Building Energy Management System (BEMS), tem a responsabilidade de controlar os componentes fundamentais do HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning), como as unidades de tratamento de ar, sistemas de refrigeração e elementos de aquecimento (VAKILOROAYA, V.).

Os BEMS desempenham um papel vital em edifícios modernos, abordando requisitos aparentemente contraditórios, como a minimização do consumo de energia, ao mesmo tempo que garantem o conforto dos ocupantes. Projetos desenvolvidos com essa preocupação naturalmente obtêm resultados satisfatórios. No entanto, essa melhoria é limitada, já que os ambientes estão sujeitos a modificações e cada espaço possui um microclima único. Em outras palavras, as preferências de conforto térmico variam de pessoa para pessoa. Com o avanço das tecnologias de coleta e análise de dados climáticos, podemos aprimorar ainda mais a eficiência energética e a qualidade do ambiente projetado já que a análise em tempo real desses dados pode ser utilizada para automatizar equipamentos, como por exemplo: sistemas de aquecimento ou a abertura automática de janelas, ajustando o ambiente para se aproximar do conforto ideal (HANNAN, M. A.).

Existe uma crescente demanda por sistemas de gerenciamento em residências inteligentes, mas poucos dispositivos fornecem informações abrangentes sobre o conforto térmico e a ocupação do ambiente, criando uma lacuna no mercado. É nesse contexto que entra o confortímetro KLIMAA. Na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), foram desenvolvidos dois protótipos: (VIEIRA, 2017) apresenta um protótipo baseado na placa Arduino com capacidade de armazenar dados, enquanto (MÜLLER, 2019) desenvolveu um novo confortímetro de baixo consumo com comunicação Wi-Fi e coleta de dados online, baseado no microcontrolador ESP-32.

Ambos os projetos demonstraram que é possível desenvolver localmente a tecnologia necessária para coletar e analisar dados climáticos e de conforto. Isso permite melhorar ainda mais a eficiência energética e a qualidade do ambiente projetado e que para viabilizar a produção em massa de dispositivos como esse, é essencial que eles tenham baixo consumo de energia, dimensões reduzidas, flexibilidade de uso e um custo acessível.

Com a finalidade de preencher essa lacuna tecnológica, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento do confortímetro KLIMAA, que mantém as características de baixo consumo e acessibilidade online, combinadas com

estratégias comerciais de fabricação e aplicação. Tal abordagem permite à UFPel a produção de tecnologia inovadora e sua inserção no campo da Internet das Coisas (IoT) e Sistemas de Gestão de Energia em Edifícios (BEAM).

## 2. METODOLOGIA

A construção do anexo da FAURB o prédio NZEB (Near Zero Energy Building) que foi contemplado pelo edital de chamada pública lançado pela ELETROBRAS (Procel Edifica – NZEB Brasil), fomenta o desenvolvimento de tecnologias de ponta, em áreas chaves como eficiência energética, fontes renováveis e inteligência artificial aplicada na UFPel. Esse prédio é um exemplo da necessidade de aquisição de dados de conforto e uma ótima plataforma de testes.

Com isso a metodologia adotada para o desenvolvimento do confortímetro segue um fluxo de atividades meticulosamente delineado, garantindo uma abordagem estruturada e altamente eficaz. Inicialmente, procedemos com a realização de um levantamento das variáveis de interesse, identificando de maneira precisa os parâmetros que requerem monitoramento, a saber: sensor de temperatura, temperatura de globo, pressão atmosférica, umidade e velocidade do vento. Em uma etapa subsequente, em colaboração com a Gebras, empresa parceira do projeto, houve uma seleção criteriosa dos sensores e microcontroladores que melhor atendem aos requisitos específicos do projeto, assegurando, desse modo, a escolha dos componentes mais apropriados, estabelecendo um sólido alicerce para o desenvolvimento contínuo do projeto.

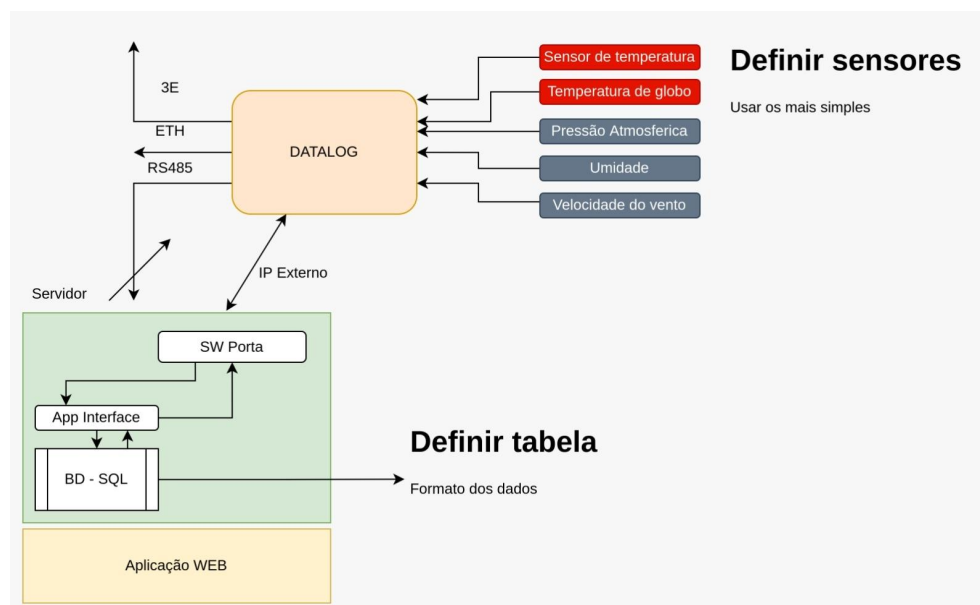


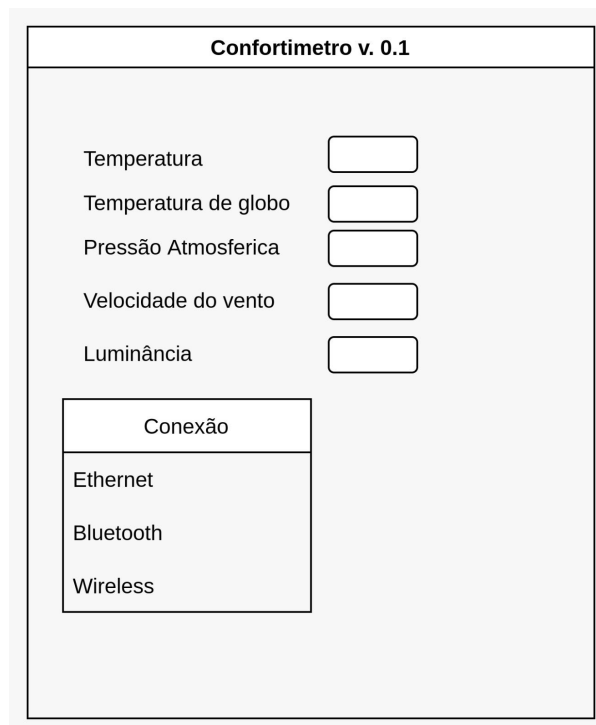
Figura 1. Esquema de desenvolvimento de software e hardware do confortímetro KLIMAA.

A etapa a seguir envolverá a instalação e a realização de testes meticulosos no dispositivo *datalogger* e nos sensores no prédio, com ênfase na exatidão, precisão e concordância entre os valores nominais e reais, visando assegurar a confiabilidade e precisão das nossas medições, havendo também testes de consumo individual dos componentes, com o intuito de otimizar a eficiência energética do sistema. O ápice deste processo é a fase de conclusão do

desenvolvimento de software, que será seguida pela realização de testes integrados abrangentes, abarcando tanto o hardware quanto o software. Esses testes possibilitarão uma avaliação minuciosa do sistema em sua totalidade, abordando aspectos essenciais, tais como consumo, precisão e segurança, os quais foram previamente mencionados. Qualquer problema identificado durante essa fase de teste será prontamente corrigido, assegurando a qualidade e integridade do projeto antes de avançarmos para as próximas etapas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No atual momento, há um enfoque no desenvolvimento do software, com o objetivo de enviar os dados para um servidor web em que gere um histórico de cada variável meteorológica e que o usuário tenha acesso a estes dados via aplicativo ou web, parte que desempenha um papel fundamental na coleta, processamento e exibição dos dados dos sensores, incluindo a implementação de recursos como interfaces de usuário que também está em andamento.



Confortimetro v. 0.1	
Temperatura	<input type="text"/>
Temperatura de globo	<input type="text"/>
Pressão Atmosferica	<input type="text"/>
Velocidade do vento	<input type="text"/>
Luminância	<input type="text"/>
<div>Conexão</div> <div><div>Ethernet</div><div>Bluetooth</div><div>Wireless</div></div>	

Figura 2. Interface do usuário versão 0.1

A execução das simulações destinadas a avaliar o conforto térmico dos ocupantes no interior do edifício está sendo conduzida através da utilização do software de simulação EnergyPlus como mostram os resultados obtidos na Figura 3, demonstrando a capacidade de calcular diversas métricas correlacionadas com o ambiente climático.

No que tange à implementação da infraestrutura necessária para conectar os sensores e efetuar a captura e distribuição dos dados pertinentes, já foi realizado a aquisição de um datalogger da marca ABS Telemetria e modelo CEL X IO, fornecido pela empresa Gebras. Este equipamento permitirá a realização de testes nos sensores instalados nas diversas áreas do prédio, bem como a configuração da completa infraestrutura de comunicação com o servidor e banco de dados em fase de desenvolvimento.

data	temp_externa	temp_interna	umidade	umidade_relativa
2017-01-0	6,0934	12,21289007	65,77557234	65,69187979
2017-01-0	5,974	12,19504848	65,85711363	65,77557234
2017-01-0	5,8546	12,17706221	65,9383792	65,85711363
2017-01-0	5,7352	12,15890954	66,02059001	65,9383792
2017-01-0	5,6556	12,14320396	66,09704018	66,02059001
2017-01-0	5,576	12,12753911	66,16779426	66,09704018
2017-01-0	5,4964	12,11187935	66,23653081	66,16779426
2017-01-0	5,4168	12,09618115	66,30575956	66,23653081
2017-01-0	5,3571	12,08171916	66,37245567	66,30575956
2017-01-0	5,2974	12,06727526	66,43638087	66,37245567
2017-01-0	5,2377	12,05283013	66,499197	66,43638087
2017-01-0	5,178	12,0383616	66,56217794	66,499197
2017-01-0	5,1183	12,02384701	66,62563596	66,56217794

Figura 3. Dados obtidos do simulador EnergyPlus, onde consta temperatura externa, interna, umidade e umidade relativa.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste artigo destacamos a importância da construção do confortímetro KLIMAA e também dos sistemas de automação predial, com ênfase no Building Energy Management System (BEMS), para otimizar a gestão de energia e o conforto térmico em edifícios, ressaltando como avanços na coleta e análise de dados climáticos podem evoluir ainda mais a eficiência energética. Sendo uma solução inovadora desenvolvida para preencher uma notória lacuna no mercado de dispositivos que fornecem informações abrangentes sobre o conforto e a ocupação do ambiente, visando manter baixo consumo e acessibilidade online, contribuindo para a Internet das Coisas (IoT) e Sistemas de Gestão de Energia em Edifícios (BEAM).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HANNAN, M. A. **A Review of Internet of Energy Based Building Energy Management Systems: Issues and Recommendations**, in IEEE Access, v. 6, p. 38997-39014, 2018.

MÜLLER, Christian G., **Confortímetro Lotus: Um Sistema Móvel de Baixo Consumo**. 2019. Trabalho de Conclusão (Curso de Ciência da Computação) — Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VAKILOROAYA, V., **A review of different strategies for HVAC energy saving**, Energy Conversion and Management, v. 77, 738-754, 2014.

VIEIRA, M. **Estudo e Desenvolvimento do Confortímetro Lotus na Plataforma Arduino**. 2017. Trabalho de Conclusão (Curso de Ciência da Computação) — Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.