

## **Desenvolvimento e implementação de um aplicativo para coleta e análise dos parâmetros de cura em vigas de concreto**

Jonathan Duarte da Silva (IFPB, Campus Cajazeiras), Julio Cesar Pereira Rodrigues (IFPB, Campus Cajazeiras), Cristóvão F. Marciel (IFPB, Campus Cajazeiras), José Matias Neto (IFPB, Campus Cajazeiras), Fábio Araujo de Lima (IFPB, Campus Cajazeiras), José Antonio Andrade Neto (IFPB, Campus Cajazeiras).

**E-mails:** [jonathan.duarte@academico.ifpb.edu.br](mailto:jonathan.duarte@academico.ifpb.edu.br), [cesar.rodrigues@academico.ifpb.edu.br](mailto:cesar.rodrigues@academico.ifpb.edu.br), [cristovao.maciell@academico.ifpb.edu.br](mailto:cristovao.maciell@academico.ifpb.edu.br), [matias.jose@academico.ifpb.edu.br](mailto:matias.jose@academico.ifpb.edu.br), [fabio.lima@ifpb.edu.br](mailto:fabio.lima@ifpb.edu.br), [jose.antonio@academico.ifpb.edu.br](mailto:jose.antonio@academico.ifpb.edu.br)

**Área de conhecimento (Tabela CNPq):** 3.00.00.00-9 Engenharias

**Palavras-chave:** automação; sensores, temperatura, umidade; microcontrolador.

### **1. Introdução**

O acompanhamento térmico durante o processo de cura de vigas de concreto produz resultados essenciais para a construção de edificações cada vez mais seguras, proporcionando com mais clareza, resultados acerca de como ocorreu esse processo de cura, evidenciando se houve ou não variações bruscas de temperatura, que possa vim diretamente a comprometer a estrutura. Este trabalho investiga de forma automatizada o processo de cura, onde por meio de uma aplicação web, podemos acompanhar em tempo real o processo, utilizando sensores de temperatura, umidade, e ESP-32 como microcontrolador.

A automação vem a cada dia se difundindo e avançando nas mais diversas áreas do conhecimento, na construção civil, possui resultados significativos no que tange os softwares de projeto, simulações e análises dos processos inerentes à construção. Segundo (JUNIOR, José Atila Matos Aroucha et al., 2024, p.295) “[...], a automação tem sido aplicada no campo da construção civil para melhorar a qualidade dos projetos e reduzir os custos de execução”. além do mais, contribui também para a preservação das propriedades estruturais das edificações.

Diante disto, durante o processo de cura, a variação de temperatura não deve ser tão alta, pois inconsistentes variações de temperatura implica no comprometimento das propriedades mecânicas que o sólido a ser analisado está submetido, produzindo uma viga, com resistência a esforços mecânicos bem inferiores ao que foi dimensionado. A aplicação desenvolvida ao longo deste estudo visa resolver esta problemática de forma automatizada, proporcionando aos responsáveis pela obra, um acompanhamento em tempo real, visando destacar o quanto antes, quando o processo começa a produzir resultados não satisfatórios. Contudo, a cura adequada é fundamental para que o concreto alcance o seu melhor desempenho, resultando em uma redução de porosidade e, por conseguinte, ganho de durabilidade das estruturas (2025, apud BARDELLA et al., 2005).

Ao longo do caminhar deste estudo, foram desenvolvidas aplicações que uniam hardware, software, objetivando uma análise de dados de forma automatizada. De início, utilizaremos uma ESP-32 para realizar a comunicação com o Thingspeak, que segundo (JUNIOR et al., 2021, p.4) “O Thingspeak é uma plataforma gratuita na Web que é voltada para a implementação de projetos de IoT e que possui integração com o Matlab, sem a necessidade de aquisição de licença, que pode ser utilizado para análise dos dados”. Assim, o Thingspeak proporciona o acompanhamento em tempo real dos dados de temperatura e umidade a serem analisados, permitindo ainda, o download em arquivo .csv dos dados coletados.

### **2. Materiais e métodos**

Objetivando a realização de coletas de dados cada vez mais precisa, e colaborando diretamente para a fluência da construção de edificações sem que haja a necessidade de estar realizando temporariamente o acompanhamento manual do processo de cura em vigas de concreto, esse trabalho produz resultados relevantes para que haja um acompanhamento térmico, sem perder a fluência da construção. Partindo deste pressuposto, entra então a utilização da automação, que irá contribuir com o processo de aquisição de dados, permitindo o acompanhamento em tempo real e também o armazenamento destes dados coletados. A Figura 1 mostra o fluxograma do processo adotado.

Para a realização deste experimento, o microcontrolador ESP-32 detém a função de gerir os dados coletados pelos sensores e enviar para uma aplicação web de código aberto. Sendo utilizados um sensor de temperatura infravermelho MXL 90614, e um sensor de umidade HDC1080. O experimento procedeu em um corpo de prova de concreto, presente no laboratório de estruturas do IFPB campus Cajazeiras.

Inicialmente, o projeto consiste em realizar uma análise bibliográfica, que fundamente a importância de analisarmos temperatura e umidade no processo de cura de vigas de concreto. haja vista a sua real importância, seguimos para a etapa de avaliarmos qual ferramenta de hardware deve-se utilizar, como o objetivo é colher dados de forma automatizada e realizar o acompanhamento em tempo real, surge então a necessidade de utilizar um módulo wi-fi, assim, utilizamos para este experimento a ESP-32 pelo fato de possuir integrado um módulo wi-fi.

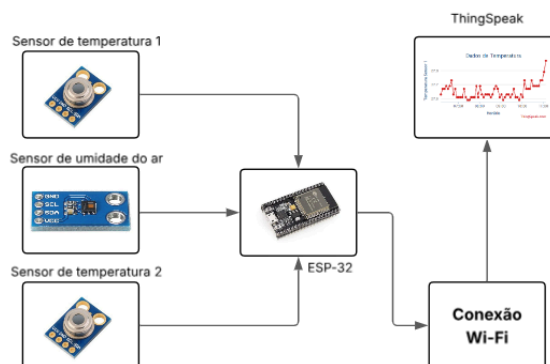
Outra etapa fundamental é a avaliação de custo, para definir qual será o valor de implementação da análise automatizada, a Tabela 1 mostra os valores dos componentes utilizados e seus referidos valores, valendo ressaltar que todos os componentes podem ser reutilizados em outras análises.

Tabela 1 – Avaliação de custo

Componentes	ESP-32	Jumpers	Sensor MLX90614	Sensor HDC 1080	Cabo USB	Protoboard
Valor	R\$ 62,22	R\$ 8,55	R\$ 175,34	R\$ 40,14	R\$ 9,20	R\$ 9,45
Quantidade	1	1 kit	2	1	1	1

Fonte:Autoria Própria

Figura 1 – Fluxograma do processo de aquisição de dados



Fonte:Autoria Própria

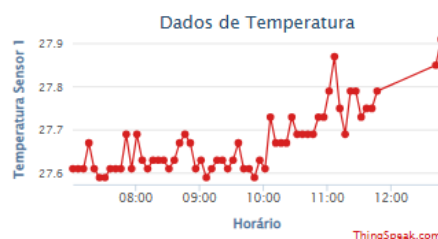
O sensoriamento realizado por meio de sensor infravermelho foi essencial pois permite o trabalho sem que haja contato, isto é, submersão ao corpo de prova, o que contribui diretamente para a realização de novos experimentos utilizando o mesmo sensor. O sensor de umidade produz uma grande precisão, e assim como o sensor de temperatura, também é endereçado por meio do protocolo I2C, permitindo o uso de mais sensores em um mesmo barramento, contribuindo assim para estudos futuros, onde haja a necessidade de utilizarmos mais sensores.

A partir desta arquitetura de hardware utilizada, foi realizada a comunicação com uma aplicação no Thingspeak, onde é possível acompanhar os dados em tempo real, produzindo resultados relevantes para o prosseguimento do estudo de acompanhamento térmico no processo de cura de vigas de concreto.

### 3. Resultados e discussão

A aplicação no ThingSpeak mostrada na Figura 2 evidencia uma das janelas gráficas utilizadas para guardar dados do sensor 1, que representa o sensor de temperatura infravermelho MLX90614. Os dados mostrados na imagem são referentes ao período da manhã do dia 31/05/2025, onde a aplicação estava em funcionamento no IFPB campus Cajazeiras.

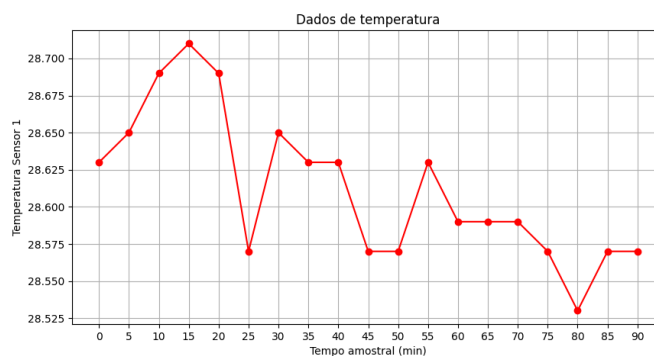
Figura 2 – Gráfico do ThingSpeak colhendo os dados do sensor 1



Fonte:Autoria Própria

O sistema é gerido por meio do microcontrolador ESP-32 que em intervalos de 5 minutos envia dados para o servidor ThingSpeak armazenando os dados em arquivo .csv podendo também mostrar por meio de janelas gráficas os resultados da coleta de dados, permitindo realizar um acompanhamento em tempo real de como está ocorrendo o processo de cura, a Figura 3 mostra a coleta de dados em um intervalo de tempo amostral de 90 minutos, evidenciando o intervalo de tempo fixo, mostrando resultados mais precisos em contrapartida de um monitoramento realizado de forma manual. A Figura 4 representa a distribuição dos sensores nos corpos de prova.

Figura 3 – Gráfico de Temperatura em espaço de tempo amostral



Fonte: Autoria Própria

Figura 4 – Sensoriamento e corpos de prova



Fonte: Autoria Própria

## 5. Considerações finais

O uso da tecnologia IoT (Internet das Coisas) neste trabalho mostrou-se eficiente no monitoramento do processo de cura, otimizando o tempo de execução e a segurança na análise dos dados. O armazenamento automático em .csv permite análises estatísticas e comparações entre ciclos. O modelo é acessível, replicável e aplicável em obras reais. Além disso, reforça a integração entre sensores e aplicações web, servindo de base para a futura implementação de um aplicativo próprio para o acompanhamento da aquisição de dados durante o processo de cura do concreto em vigas.

## Agradecimentos

Agradecemos ao IFPB (Instituto federal da Paraíba) pela contribuição para a realização desta pesquisa por meio da disponibilização de laboratórios, ao interconecta, programa de iniciação científica que fomenta o desenvolvimento do projeto de pesquisa ao qual foi fundamental para o prosseguimento dos estudos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

JUNIOR, José Atila Matos Aroucha; SOARES, Wanderson Moraes; PIRES, Mariana Silva; NETO, Solon Tupinambá Leite. Automação aplicada na engenharia civil: a otimização de softwares e sua aplicação no campo da construção civil. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 1, p. 294-306, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n1-014>

GAMBALE, Patricia; POSSAN, Edna; HASPARYK, Nicole. A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA TEMPERATURA DO CONCRETO NA PREVENÇÃO DE FISSURAS E DA DEF, PARA A GARANTIA DO DESEMPENHO DAS ESTRUTURAS. *Revista Técnico-Científica*, n. 32, 2023. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/900>. Acesso em: 25 maio 2025.

JÚNIOR, Ed Wilson Rodrigues Silva; GOMES, Manoel Pontes; DE CAMPOS, Kelis Estatiane; BRAVO, Higor Diniz. ANÁLISE SOBRE O USO DA PLATAFORMA THINGSPEAK COMO SUPORTE À INTERNET DAS COISAS (IOT). *Revista Eletrônica da Faculdade Invest de Ciências e Tecnologia*, v. 5, n. 1, p. 09-09, 2021. Disponível em: <http://revista.institutoinvest.edu.br/index.php/revistainvest/article/view/63>. Acesso em: 25 maio 2025.