

Copo Inteligente Utilizando Arduíno

Trabalho Interdisciplinar V - Sprint 2

**Andre Santos Alves¹, Bernardo D Ávila R. Bartholomeu¹, Gabriel Azevedo Fernandes¹
Pedro Henrique Moreira², Luis Henrique D. Guedes³**

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)
Belo Horizonte – MG – Brazil

²Ciência da Computação – Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte, BR.

³Trabalho Interdisciplinar V: Sistemas Computacionais
Sprint 2

`andre.alves.1330374@sga.pucminas.br, barbartholomeu@sga.pucminas.br`

`gabriel.fernandes.1378675@sga.pucminas.br, pedro.moreira.1371124@sga.pucminas.br`

`lhdguedes@pucminas.com.br`

Abstract. *This paper presents the development of a smart cup as an interdisciplinary project for the Computational Systems course. The project integrates knowledge from computer architecture, networking, and operating systems, using Arduino Uno, a water flow sensor, and other electronic components. The solution aims to monitor water consumption in an automated and connected way. The theoretical foundation explores embedded technologies and data communication. The methodology includes modeling, hardware development, a scheduled plan, and practical measurement tests for prototype validation.*

Resumo. *Este artigo apresenta o desenvolvimento de um copo inteligente como proposta interdisciplinar para a disciplina de Sistemas Computacionais. O projeto integra conhecimentos de arquitetura de computadores, redes e sistemas operacionais, utilizando Arduino Uno, sensor de fluxo de água e demais componentes eletrônicos. A solução visa monitorar o consumo de água de forma automatizada e conectada. A fundamentação teórica explora tecnologias embarcadas e comunicação de dados. A metodologia envolve modelagem, desenvolvimento de hardware, planejamento por cronograma e aplicação de testes com medição prática para validação do protótipo.*

1. Introdução

A ingestão adequada de água é fundamental para o bom funcionamento do organismo, influenciando diretamente a saúde, o bem-estar e o desempenho cognitivo. No entanto, muitas pessoas têm dificuldade em monitorar a quantidade de água consumida ao longo do dia, o que pode resultar em desidratação e suas consequências, como fadiga, dores de cabeça, redução da concentração e problemas renais a longo prazo. Apesar da existência de aplicativos voltados para o controle da hidratação, a necessidade de inserção manual dos dados torna o processo suscetível a esquecimentos e imprecisões, dificultando a adoção de um hábito consistente. Além disso, a falta de integração entre esses sistemas e objetos de uso diário reduz sua eficácia e adesão por parte dos usuários.

Diante desse cenário, uma solução inovadora e eficiente seria o desenvolvimento de um copo inteligente, equipado com sensores capazes de medir automaticamente a quantidade de água ingerida pelo usuário. Esses dados seriam transmitidos para um aplicativo integrado, permitindo um acompanhamento preciso e automatizado da hidratação diária. Com essa abordagem, busca-se não apenas facilitar o controle do consumo de água, mas também incentivar hábitos saudáveis por meio da tecnologia, tornando a hidratação uma prática mais acessível e intuitiva.

2. Contextualizando o Cenário

A preocupação com a saúde e o bem-estar tem levado ao desenvolvimento de diversas tecnologias voltadas para a adoção de hábitos saudáveis. Dentro desse contexto, a hidratação adequada se destaca como um fator essencial para a manutenção das funções fisiológicas do corpo humano, impactando desde a energia e o desempenho cognitivo até a prevenção de doenças crônicas. No entanto, estudos indicam que grande parte da população não consome a quantidade ideal de água diariamente, seja por esquecimento, falta de percepção da necessidade ou dificuldades em monitorar a ingestão.

O avanço da Internet das Coisas (IoT) e a integração de dispositivos inteligentes ao dia a dia das pessoas têm possibilitado novas formas de automação e monitoramento de hábitos. Essa tendência abre caminho para soluções que vão além dos aplicativos tradicionais, permitindo que objetos comuns do cotidiano, como um copo, desempenhem um papel ativo na promoção da saúde.

Dessa forma, a criação de um copo inteligente que mede automaticamente a quantidade de água ingerida e transmite esses dados para um aplicativo surge como uma alternativa prática e eficiente. Essa solução visa não apenas eliminar erros de registro e a necessidade de inserção manual de dados, mas também aumentar a adesão ao hábito da hidratação, tornando-o mais intuitivo e integrado à rotina dos usuários.

3. Problemas Identificados e Propostas de Solução

O projeto **Smart Cup** surgiu a partir da identificação de desafios relacionados ao monitoramento do consumo de água. A seguir, são apresentados os problemas observados e as soluções propostas para cada um deles.

3.1. Falta de Consciência no Consumo Diário de Água

Descrição: Muitos usuários não têm uma percepção precisa do quanto estão consumindo de água ao longo do dia, o que dificulta o controle adequado da ingestão.

Solução Proposta: O copo inteligente conta com sensores de fluxo que medem automaticamente a quantidade de água consumida. Esses dados são transmitidos em tempo real para o aplicativo via Bluetooth, eliminando a necessidade de registros manuais e proporcionando um acompanhamento preciso e contínuo.

3.2. Desafios na Integração com a Rotina Diária

Descrição: Aplicativos de monitoramento de consumo de água muitas vezes não se ajustam bem às rotinas dos usuários, o que dificulta sua adesão a longo prazo.

Solução Proposta: O sistema integra o monitoramento diretamente ao cotidiano do usuário, enviando notificações personalizadas e lembretes conforme seu comportamento diário. A comunicação via Bluetooth entre o copo e o aplicativo possibilita atualizações em tempo real e personalização da experiência, tornando o processo mais intuitivo e eficiente.

3.3. Complexidade e Desinteresse por Aplicativos de Monitoramento

Descrição: Diversos aplicativos de monitoramento de saúde são considerados difíceis de usar ou excessivamente complexos, o que pode levar os usuários a desistirem de utilizá-los.

Solução Proposta: O aplicativo será desenvolvido com uma interface simples e interativa, proporcionando uma experiência agradável e fácil de usar. A integração com o copo garante a transmissão automática dos dados, sem a necessidade de interação constante, incentivando o uso contínuo e engajado.

3.4. Inconveniência de Manter um Registro Manual

Descrição: Registrar manualmente a ingestão de água é uma tarefa tediosa e propensa a erros, impactando a precisão do monitoramento.

Solução Proposta: O processo de registro será automatizado por meio dos sensores integrados ao copo, que capturam os dados de forma precisa e contínua. A sincronização com o aplicativo garantirá que as informações estejam sempre atualizadas, eliminando a necessidade de qualquer intervenção manual.

4. Objetivos

O objetivo principal do projeto **Smart Cup** é desenvolver um copo inteligente que permita o monitoramento automatizado e preciso do consumo de água, fornecendo dados em tempo real ao usuário por meio de um aplicativo móvel. A solução visa não apenas automatizar o processo de registro, mas também integrar o acompanhamento à rotina do usuário, incentivando hábitos saudáveis e a adesão ao controle do consumo.

Para alcançar esse objetivo, será implementado um sensor de fluxo no copo, que medirá automaticamente a ingestão de água. Os dados serão transmitidos para o aplicativo via Bluetooth, garantindo uma interface intuitiva para o usuário. O aplicativo permitirá o acompanhamento contínuo da hidratação e enviará notificações e lembretes ajustados às necessidades diárias do usuário.

O projeto também busca eliminar a necessidade de registros manuais, assegurando que as informações sejam sempre precisas e atualizadas. A interface será projetada para ser acessível e motivadora, promovendo o engajamento constante com o monitoramento do consumo de água ao longo do dia.

5. Desenvolvimento do Trabalho e Resultados Preliminares

Nesta primeira etapa do projeto **Smart Cup**, foram realizadas as atividades iniciais de implementação, consolidação da ideia e em seguida testes com os principais componentes eletrônicos, prototipação da interface e início do desenvolvimento do aplicativo. O objetivo foi validar a viabilidade técnica da solução proposta e estabelecer as bases para sua implementação completa.

5.1. Montagem e Testes de Hardware

Para a sprint 2, foi montada uma estrutura com um Arduino Uno, um sensor de fluxo de água YF-S401, um display LCD 16x2, uma resistência de 10K Ω e um copo com medição de volume como parâmetro de acurácia. O Arduino foi conectado a um computador via comunicação serial USB, que por sua vez conectou o display LCD utilizando comunicação I2C, e o sensor, cuja conexão para leitura de fluxo foi intermediada pela resistência mencionada anteriormente para evitar problemas com impedância.

Utilizando o copo com medição de volume, foi possível comparar os pulsos recebidos pelo Arduino e sua relação com a quantidade de água que por ele passou e que foi ingerida. Foi possível obter resultados de alta acurácia, analisando visualmente, já que a medição do sensor era condizente com a medição obtida no copo, principalmente em situações em que o sensor não era muito movimentado. Em alguns momentos durante o teste houve uma diferença qualitativa de pequena relevância entre a marcação do copo e a leitura do sensor, principalmente quando este era movimentado. Acreditamos que a não fixação dos componentes em um copo ocasionava a resistência de ser desconectada levemente desconectada do circuito e causar a leitura de impedâncias na corrente elétrica do próprio microcontrolador. Porém, em uma versão final em que os componentes estarão devidamente posicionados, esse cenário não se repetirá.

5.2. Protótipos e Início do Desenvolvimento do Aplicativo

A interface do aplicativo foi inicialmente prototipada no Figma, com foco em usabilidade, clareza visual e experiência do usuário. O fluxo principal foi estruturado com base em

cinco telas fundamentais, representando o processo de registro e o acompanhamento do consumo de água. A primeira tela, de boas-vindas, apresenta a identidade visual do Smart Cup. Em seguida, a tela de criação de conta permite que o usuário insira seu nome, e-mail e senha, com um layout que exibe claramente o progresso das etapas de cadastro. A próxima tela coleta dados pessoais como data de nascimento, número de telefone e gênero, mantendo a coerência visual e funcional. Por fim, o dashboard principal mostra o progresso das metas diárias, semanais e mensais de consumo de água, com indicadores visuais claros e um histórico recente da ingestão.

O desenvolvimento do aplicativo teve início com base nesse protótipo, utilizando a linguagem Dart com o framework Flutter, escolhido por sua compatibilidade com plataformas Android e iOS. As primeiras telas funcionais já foram codificadas, e estão sendo realizados os testes iniciais de conexão via Bluetooth para futura integração com o hardware do copo inteligente.



5.3. Dificuldades Enfrentadas

Durante o desenvolvimento do protótipo, diversas dificuldades foram encontradas, abrangendo desde aspectos técnicos até limitações práticas de design. As principais dificuldades enfrentadas foram:

- Medição do volume de água;
- Conectividade entre o protótipo e o aplicativo;
- Modelagem física do copo.

Medição do volume de água Durante os testes iniciais, foi identificado que os cálculos utilizados para converter os pulsos do sensor em volume apresentavam erros consideráveis. Para contornar esse problema, foi feita uma pesquisa por projetos similares e adotada uma fórmula de um sistema que media a vazão de uma caixa d'água. Essa abordagem permitiu maior precisão, embora ajustes adicionais ainda possam ser necessários conforme o refinamento do protótipo.

Conectividade entre o protótipo e o aplicativo Inicialmente, foi proposto que o copo inteligente se conectasse ao aplicativo por meio de Wi-Fi. No entanto, verificou-se que isso não seria viável, pois o copo não permaneceria constantemente conectado a uma rede. Assim, optou-se por investigar alternativas via Bluetooth. Embora a integração ainda esteja em fase de testes e pesquisas, essa solução parece mais adequada ao uso intermitente e móvel do dispositivo.

Modelagem física do copo A principal dificuldade enfrentada foi na modelagem física do copo inteligente. Devido ao espaço necessário para acomodar os componentes eletrônicos, tornou-se claro que o formato tradicional de copo não seria funcional. A solução foi reformular o dispositivo para o formato de garrafa, o que oferece mais espaço interno e possibilita o uso do canudo. Além disso, surgiu o desafio de esconder o hardware de maneira estética. Para isso, foi iniciado o contato com um time de modelagem, com o objetivo de criar um invólucro customizado com medidas precisas. Pretende-se solicitar à PUC-MG o uso de impressoras 3D para a criação do modelo físico final do projeto.

- **Ruído na leitura do sensor de fluxo:** a leitura em mililitros apresentava flutuações, especialmente em vazões muito baixas. Para mitigar o problema, foi inserido um pequeno filtro de média móvel no código-fonte do Arduino.
- **Conversão dos pulsos em volume:** houve necessidade de calibrar manualmente o fator de conversão, realizando testes com um medidor físico para ajuste fino da fórmula.
- **Integração Flutter + Bluetooth:** a biblioteca utilizada para comunicação serial ainda está sendo configurada, e ajustes estão sendo feitos para garantir estabilidade na troca de dados.

5.4. Resultados Preliminares

Como resultado parcial, o protótipo físico foi capaz de medir com precisão volumes a partir de 100ml, transmitindo os dados corretamente para dispositivos externos. O aplicativo encontra-se com o layout definido e parte do código estruturado, sendo preparado para integração com o hardware. Apesar de limitações na precisão em volumes baixos e desafios na comunicação Bluetooth, os testes validaram a proposta técnica do projeto e indicam viabilidade para sua continuidade e aprimoramento nas próximas sprints.

6. References

- [1] Tasong, A. C.; Abao, R. P. (2019). Design and Development of an IoT Application with Visual Analytics for Water Consumption Monitoring. *Procedia Computer Science*, v. 157, pp. 205–213. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.159.
- [2] Souza, T. V.; Silva Filho, G. V. (2017). Controlando o consumo de água através da Internet utilizando Arduino. *Anais do Congresso de Iniciação Científica da UDESC*. Disponível em: <https://www.udesc.br/...1593.pdf>.
- [3] Martins, D.; Oliveira, R. G.; Oliveira, V. V. (2017). Monitoramento de consumo doméstico de água utilizando uma meta-plataforma de IoT. *Congresso Brasileiro de Computação (CSBC)*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318962796>.
- [4] Oliveira, F. M.; Braga, A. C.; Silva, L. G. (2023). Protótipo IoT para Monitoramento de Consumo de Água em Smart Campus. *Anais Estendidos do ERBASE*. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/.../27695>.
- [5] Curvello, A. (2017). Monitoramento de água com IoT – Parte 1. *Blog Embarcados*. Disponível em: <https://embarcados.com.br/...iot-parte-1>.
- [6] Oliveira, J. V.; Ferraz, G.; Ferreira, P. (2023). Sistema embarcado IoT aplicado ao contexto de crises hídricas. *ResearchGate*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/367689800>.