Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

DESENVOLVIMENTO E PROTOTIPAGEM DE UM SISTEMA DE PESAGEM, RASTREAMENTO E ANÁLISE NUTRICIONAL DE ALIMENTOS COM INTEGRAÇÃO IOT E RECONHECIMENTO DE IMAGEM

DEVELOPMENT AND PROTOTYPING OF A FOOD WEIGHING, TRACKING AND NUTRITIONAL ANALYSIS SYSTEM WITH IOT INTEGRATION AND IMAGE RECOGNITION

Andreas William Porcel, Anna Clara Nunes da Silva Toledo, Lucas Barbosa Pereira, Vinicius Pereira Lopes, Luís Fernando Pompeo Ferrara, Raquel Galhardo de Carvalho Lopes Araújo

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia da Computação
E-mail para contato: lp214636@alunos.unisanta.br

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema capaz de pesar, identificar o alimento via imagem e determinar seus nutrientes, com a justificativa de tornar o processo de pesagem e obtenção de nutrientes prático. Utilizando microcomputador Raspberry Pi Zero 2 W, câmera, linguagens de programação como Python, frameworks como Kotlin Compose e FastAPI e modelos de reconhecimento de imagem como SigLIP, o projeto buscou integrar esses componentes para seu desenvolvimento, atingindo reconhecimento de imagens de alimentos com ótima precisão e uma aplicação móvel para modularidade, além de permitir o trabalho colaborativo e proativo entre os membros autores, contribuindo para a formação e experiência prática dos conhecimentos obtidos ao longo do curso.

Palavras-chave: Pesagem, Imagem, Raspberry, Python, SigLIP.

ABSTRACT – This work aimed to develop a system capable of weighing, identifying food via image and determining its nutrients, with the justification of making the weighing and nutrient determination process practical. Using a Raspberry Pi Zero 2 W microcomputer, a camera, programming languages such as Python, frameworks such as Kotlin Compose and FastAPI, and image recognition models such as SigLIP, the project sought to integrate these components for its development, achieving highly accurate food image recognition and a mobile application for modularity, in addition to allowing collaborative and proactive work among the author members, contributing to the training and practical experience of the knowledge acquired throughout the course.

Keywords: Weighing, Image, Raspberry, Python, SigLIP.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

As balanças estão entre os instrumentos de medição mais antigos da história. Apesar de ter uma função considerada simples, foram necessários diversos estudos acerca do funcionamento das balanças ao longo da história até atingir a precisão e qualidade vistas na atualidade.

Os primeiros registros de seu uso remontam ao Egito Antigo, por volta do ano 5000 a.C., quando eram empregadas para pesagem de metais preciosos em transações comerciais, operando pelo princípio simples do equilíbrio entre dois pratos (SP LABOR, 2024).

Durante séculos, o instrumento permaneceu essencialmente o mesmo: uma ferramenta de comparação, desprovida de métodos objetivos de precisão. Foi somente com a Revolução Científica do século XVII e no decorrer do século XVIII que a necessidade de medições rigorosas em experimentos impulsionou o desenvolvimento de instrumentos mais exatos, com a introdução de contrapesos ajustáveis e mecanismos baseados em conceitos de mecânica e física (SP LABOR, 2024). No século XIX, o surgimento das balanças analíticas representou um marco para a ciência, ao possibilitar medições de alta precisão que antes eram inviáveis.

Atualmente, as balanças eletrônicas modernas utilizam células de carga e tecnologias de compensação de temperatura, integrando sensores, microprocessadores e interfaces digitais para oferecer medições precisas e confiáveis em uma ampla variedade de contextos industriais, laboratoriais e domésticos (SP LABOR, 2024).

Nesse contexto de precisão crescente nas medições, uma das áreas que mais se beneficiou do avanço das balanças foi a Nutrição, sendo esta a ciência que estuda as relações entre os alimentos e nutrientes ingeridos pelo ser humano e possíveis estados de saúde e doença (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE, [s.d.]).

A Nutrição consolidou-se como campo científico autônomo ao longo do século XX, impulsionada por descobertas que associaram deficiências nutricionais específicas ao surgimento de doenças. Estudos de cientistas, citando os casos de Frederick Gowland Hopkins e Casimir Funk, demonstraram a relação entre o surgimento de patologias com a falta de uma substância específica. Outros, como de Edward Mellanby, buscavam demonstrar a relação entre raquitismo e a falta de nutrientes (ACUNÃ, 2003).

A avaliação precisa do consumo alimentar tornou-se, desde então, um dos pilares da prática clínica nutricional. Entre os métodos para essa avaliação, a pesagem direta dos alimentos

ISSN 2317-1316

é considerada o de maior acurácia, pois elimina as incertezas inerentes a métodos baseados em estimativas e recordações (FISBERG; MARCHIONI; COLUCCI, 2009). O alimento adequado faz toda a diferença na saúde e na vida, promovendo o bem-estar físico, mental e social (FIMCA, 2020).

Por essas e outras razões, a Nutrição é imprescindível para qualquer indivíduo. Entretanto, se esta ciência consegue ser efetiva com relação a quantidade e valor nutricional baseados em peso, isso se deve às balanças tanto digitais quanto de bioimpedância. Enquanto a primeira fornece o peso do alimento, a segunda analisa a composição corporal do paciente, fornecendo dados importantes aos nutricionistas e médicos.

Balanças e Nutrição caminham lado a lado, já que a Nutrição depende das balanças para obter a quantidade exata de alimento ou para medir dados relacionados a composição corporal do paciente. Quanto mais as variáveis forem controladas, menor será a probabilidade de erro (DA SILVA, 2021).

Apesar dessa importância reconhecida, o processo de pesagem e registro alimentar no cotidiano do paciente ainda é marcado por barreiras práticas. As balanças convencionais disponíveis no mercado são capazes de mensurar o peso de um alimento, mas não de identificá-lo automaticamente nem de calcular sua composição nutricional proporcional à quantidade pesada. Esse impasse tecnológico impõe ao usuário a necessidade de consultar tabelas de composição de alimentos separadamente — como a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) — e realizar os cálculos manualmente, o que demanda tempo, conhecimento técnico e disciplina, tornando a adesão ao acompanhamento nutricional um desafio para grande parte dos pacientes (FISBERG; MARCHIONI; COLUCCI, 2009).

A escassez de balanças destinadas a pesagem de diferentes alimentos e acesso aos dados nutricionais deles, à primeira vista, pode parecer desnecessária. Entretanto, ao proporcionar praticidade para ambos nutricionistas e usuários, é possível a viabilização e conscientização da importância por trás da análise nutricional dos alimentos.

A convergência entre IoT, visão computacional e dispositivos inteligentes conectados abre novas possibilidades para superar essas barreiras. Estudos recentes demonstram que sistemas baseados em aprendizado profundo (*deep learning*) são capazes de identificar automaticamente alimentos a partir de imagens com acurácia superior a 90% em condições controladas. No campo da saúde, a IoT tem sido amplamente explorada como plataforma para

ISSN 2317-1316

o monitoramento remoto de pacientes, permitindo a coleta de dados em tempo real e a transferência dessas informações a profissionais de saúde para acompanhamento contínuo (ROSA; DE SOUZA; DA SILVA, 2020). A integração dessas tecnologias a um dispositivo de pesagem cria a possibilidade de, ao mesmo tempo em que o alimento é pesado, o identifica por meio de visão computacional, calcula automaticamente sua tabela nutricional e registra a refeição no histórico do usuário, eliminando as etapas manuais que hoje representam o principal obstáculo à adesão ao monitoramento alimentar preciso. É nesse cenário que se insere o presente trabalho que, por meio da integração entre *hardware* e *software*, buscou desenvolver uma solução que atendesse a necessidade do acompanhamento nutricional e permitisse maior praticidade nesta atividade.

O presente estudo teve como objetivos projetar uma balança com um *display*, integrada com um aplicativo para dispositivos móveis, a qual é capaz de especificar as características nutricionais do alimento selecionado proporcional ao seu peso, desenvolver um aplicativo *mobile* com o Framework Compose Multiplatform, em que é possível selecionar o alimento a ser pesado e acompanhar seu valor nutricional e utilizar um modelo de Visão Computacional para reconhecimento de imagens que fosse capaz de identificar o alimento sendo pesado na balança.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir a totalidade dos objetivos e permitir o pleno funcionamento do projeto, este foi dividido em três partes fundamentais: *hardware*, *software* e organização.

2.1 HARDWARE

A parte de *hardware* compreende o conjunto de componentes eletrônicos responsáveis pela aquisição de dados, processamento local, interface com o usuário e gerenciamento de energia da balança. A seleção de cada componente foi orientada por critérios de compatibilidade entre os módulos, adequação ao consumo energético do sistema e suporte a sistemas operacionais baseados em Linux.

O microcomputador de placa única adotado como unidade central de processamento foi o Raspberry Pi Zero 2 W, desenvolvido pela Raspberry Pi *Foundation.* A escolha ocorreu pela necessidade de executar um sistema operacional baseado em Linux, requisito imposto pelo

ISSN 2317-1316

suporte nativo à câmera CSI-2, pela biblioteca gráfica utilizada na interface do usuário e pela comunicação com o servidor de inferência de visão computacional via Wi-Fi.

Para reduzir o consumo de energia e o uso de memória em relação a distribuições Linux convencionais, o sistema operacional do dispositivo utilizou uma imagem personalizada e enxuta gerada com o Buildroot, um sistema de automação de construção que permite compilar apenas os componentes estritamente necessários para a aplicação (BUILDROOT, 2024).

Para a medição do peso dos alimentos, foi utilizada uma célula de carga de 5 kg em topologia de ponte de Wheatstone, que converte a força mecânica aplicada em um sinal elétrico analógico de baixa amplitude. Este sinal é amplificado e convertido para o domínio digital pelo módulo HX711, sendo este um conversor analógico-digital de 24 bits com amplificador de instrumentação integrado, projetado especificamente para aplicações de pesagem (AVIA SEMICONDUCTOR, [s.d.]).

A captura de imagem dos alimentos foi feita com um módulo de câmera com sensor OmniVision OV5647 de 5 megapixels, conectado ao Raspberry Pi Zero 2 W pelo barramento CSI-2 (OMNIVISION TECHNOLOGIES, [s.d.]). A imagem capturada é transmitida ao servidor de inferência via Wi-Fi para identificação do alimento, e o resultado é retornado ao dispositivo para exibição ao usuário.

A interface com o usuário foi provida por um *display* LCD de 7 polegadas com resolução de 1024 × 600 pixels e tela de toque capacitiva, conectado ao Raspberry Pi via HDMI e USB. Sobre este *display* é executada a Interface Homem Máquina (IHM) do sistema, implementada com a biblioteca gráfica LVGL, detalhada na seção de *software.*

O sistema de alimentação foi projetado com duas células de lítio-íon LG HG2 18650 de 3000 mAh conectadas em série, formando um pacote com tensão nominal de 7,2 V.

A estrutura física da balança foi projetada com o *software* de CAD paramétrico FreeCAD e fabricada por impressão 3D utilizando filamento PLA (*Polylactic Acid*), material escolhido pelo baixo custo e pela ampla disponibilidade.

2.2 SOFTWARE

A parte de *software*, diferentemente do *hardware*, abrange todas as aplicações e linguagens de programação necessárias para conclusão do projeto desenvolvido.

Para o desenvolvimento do *software* embarcado, utilizou-se a IDE do Arduino em conjunto do PlatformIO, este sendo uma extensão aplicável no Visual Studio Code da empresa

ISSN 2317-1316

Microsoft. Em adição, o PlatformIO permite uma ampla possibilidade de utilização com diferentes placas de desenvolvimento para o gerenciamento de bibliotecas e depuração integrada.

Ainda para o Sistema Embarcado, foi acordada a implementação de um Sistema Operacional próprio usando Kernel Linux.

Dentro do projeto, o Sistema Operacional permite melhor estabilidade e recursos como *drivers*, tornando-o bastante completo e funcional. Fora estas vantagens, outras características tais quais, escalabilidade com *hardware* e sua segurança e criptografia influenciaram na decisão de utilizar este Sistema Operacional.

O reconhecimento de imagens foi implementado com o SigLIP (*Sigmoid Loss for Language-Image Pre-training*), um modelo multimodal de imagem e texto. Ele utiliza codificadores de imagem e texto separados para gerar representações para ambas as modalidades. Sua utilização ocorreu pela necessidade de tornar o processo de reconhecimento de alimentos mais dinâmico, automatizado e conveniente para o usuário. O SigLIP permite identificar, a partir de uma imagem, o alimento com maior correspondência entre as categorias disponíveis no sistema. Dessa forma, reduz-se a dependência da inserção manual de dados, tornando a interação mais ágil e intuitiva, especialmente em situações nas quais o usuário deseja registrar alimentos diretamente por meio de fotografias. A inserção manual permaneceu disponível como mecanismo complementar, sendo utilizada principalmente quando o alimento não está cadastrado no banco de dados ou quando o resultado do reconhecimento não apresenta correspondência satisfatória.

Para a IHM do sistema, foi utilizada a LVGL, uma biblioteca gratuita e de código aberto de recursos gráficos que oferece *widgets* (botões, menus, barra de pesquisa etc.), facilitando a interface visual.

Para a aplicação móvel, que compreende a parte visual do projeto (*Frontend*), foi utilizado Kotlin com um Framework Compose Multiplataforma. O uso deste Framework veio devido a facilidade de implementação em diferentes plataformas, como Android, aliado ao grande suporte da comunidade.

Com relação à parte interna (*Backend*), foi definida a utilização de Python com o Framework FastAPI. A justificativa para estas ferramentas ocorre pela facilidade com grande

ISSN 2317-1316

processamento de dados, além de compatibilidade com o modelo de Visão Computacional utilizado.

2.3 ORGANIZAÇÃO

Por fim, a organização de um projeto compreende os *softwares*, ferramentas e métodos que foram utilizados para melhorar o desempenho e cumprimento de prazos, tarefas, objetivos e metas de um projeto.

Para o levantamento de ideias e prazos, foram utilizadas as ferramentas Figma, Jira e ClickUp, sendo a primeira utilizada para organizar as ideias pertinentes ao projeto, e a segunda e terceira, para estipular prazos para o cumprimento de tarefas referentes ao desenvolvimento do sistema.

Para armazenamento dos códigos de *software*, foi utilizado o GitHub, uma plataforma de baseada em nuvem capaz de compartilhar, armazenar e trabalhar com outras pessoas para desenvolvimento de código. Sua principal função foi a de permitir a atualização constante do código do projeto, por meio da ferramenta Git, essa que visualiza as alterações do *software* em tempo real.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os resultados obtidos, a acurácia do modelo de reconhecimento de alimentos demonstrou ótima precisão em testes, com boa performance e velocidade.

Para fins de análise de viabilidade, o modelo SigLIP foi comparado a outro modelo de reconhecimento de imagens, conhecido como CLIP (*Contrastive Language-Image Pre-training*). Para o teste, foram utilizados 50 nomes de alimentos, divididos em 10 categorias com 5 alimentos cada. Em seguida, os modelos foram testados para reconhecer os alimentos. O teste buscava comparar a diferença de precisão entre ambos os modelos, com nomes de alimentos em inglês e português.

Ao fim dos testes, a precisão de ambos os modelos foi satisfatória, porém o SigLIP performou melhor em testes com nomes em português do que o CLIP, conforme mostra a figura 1.

Figura 1 - Comparativo por categoria de alimento.

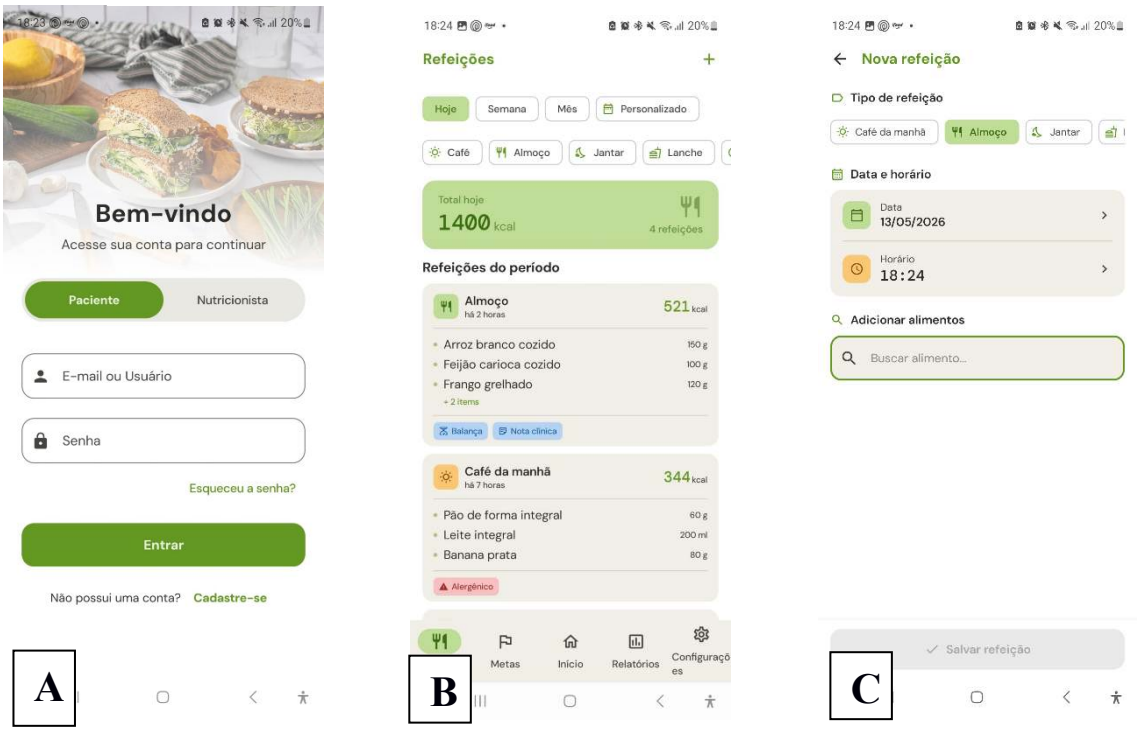


ISSN 2317-1316

Os testes foram fundamentais para a determinar qual modelo deveria ser utilizado, visando criar um sistema nativo com integração ao idioma em português. Posteriormente aos testes, o modelo foi implementado no *backend* do sistema, passando por modificações para adequá-lo ao funcionamento do projeto.

As telas da aplicação móvel passaram por diversas mudanças até sua versão final, como demonstrada nas figuras 2a, 2b e 2c, com algumas das telas desenvolvidas, em que é possível observar, respectivamente, a tela de *login*, tela de resumo diário e tela de gerenciamento de refeições.

Figura 2 - (a) Tela de Login do paciente ou nutricionista; (b) Tela de resumo diário; (c) Tela de gerenciamento de refeições.



Com base nos resultados obtidos, pode ser inferido que o projeto está alinhado com os objetivos propostos, apresentando contribuições relevantes em relação aos produtos existentes

ISSN 2317-1316

no mercado. Dentre estas contribuições, está o desenvolvimento de um sistema nativo em português, intuitivo, visualmente atrativo e que proporcione uma experiência satisfatória.

Além destas contribuições, o sistema possui como ponto central o reconhecimento de imagens de alimentos via câmera, diferentemente de outras soluções do mercado que necessitam da inserção manual do alimento para obtenção dos nutrientes. Essa funcionalidade permite ao usuário maior praticidade ao pesar os alimentos e obter seus nutrientes, além de estar integrada ao aplicativo *mobile*, contribuindo para a modularidade do sistema como um todo.

4 CONCLUSÃO

Em síntese, o trabalho desenvolvido buscou integrar hardware e software em uma solução capaz de realizar a pesagem de alimentos, obter suas informações nutricionais e auxiliar o acompanhamento de pacientes por nutricionistas. A proposta contemplou o reconhecimento dos alimentos e a disponibilização dos dados por meio da aplicação móvel, cujos resultados demonstraram a viabilidade da abordagem adotada diante da problemática apresentada. A partir dos resultados e das limitações identificadas durante o desenvolvimento, trabalhos futuros poderão direcionar esforços ao aperfeiçoamento dos recursos implementados, visando maior eficiência e consolidação da solução. Dessa forma, o projeto estabelece uma base para sua continuidade, permitindo que novas etapas de desenvolvimento ampliem e aprimorem a proposta apresentada.

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Declaração de Uso de IA: Durante a elaboração deste trabalho, utilizaram-se as ferramentas Claude Sonnet 4.6 e ChatGPT 5.5 para revisão gramatical, além do ChatGPT 5.5, Claude Sonnet 4.6 e Gemini 3.7 para auxílio na escrita de código de programação. O conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

6 REFERÊNCIAS

ACUNÃ, Kátia. Surgimento da ciência da nutrição e breve histórico das políticas do Brasil**.** Revista Baiana de Saúde Pública, 2003. DOI: https://doi.org/10.22278/2318-2660.2003.v27.n1-2.a1076.

ISSN 2317-1316

AVIA SEMICONDUCTOR. HX711: 24-bit analog-to-digital converter for weigh scales. Xiamen: Avia Semiconductor, [s.d.]. Disponível em: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf. Acesso em 22 mar. de 2026.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. Nutrição | Biblioteca Virtual em Saúde MS. Biblioteca Virtual em Saúde: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/nutricao-4/. Acesso em 07 de mar. de 2025.
BUILDROOT. Buildroot: making embedded Linux easy — user manual. [S.l.]: Buildroot, 2024. Disponível em: https://buildroot.org/downloads/manual/manual.html. Acesso em: 22 mar. de 2026.

DA SILVA, Rita. Pesar os alimentos é importante numa dieta? | Hospital da Luz. Hospital da Luz, 06 de ago. de 2021. Disponível em: https://www.hospitaldaluz.pt/pt/saude-e-bem-estar/pesar-alimentos-importante-numa-dieta#:~:text=A%20balan%C3%A7a%20%C3%A9%20uma%20ajuda,que%20facilmente%20se%20ultrapassam%20inadvertidamente. Acesso em 07 de abr. de 2025.

FIMCA. A importância da nutrição alimentar para a saúde e bem-estar - FIMCA – Centro Universitário Aparicio Carvalho**.** FIMCA, 18 de dez. de 2020. Disponível em: https://www.fimca.com.br/a-importancia-da-nutricao-alimentar-para-a-saude-e-bem-estar/. Acesso em 07 de abr. de 2025.

FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; COLUCCI, A. C. A. Avaliação Do Consumo Alimentar E Da Ingestão De Nutrientes Na Prática Clínica. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 53, n. 5, p. 617–624, jul. 2009.

OMNIVISION TECHNOLOGIES. OV5647: Color CMOS QSXGA (5-megapixel) image sensor with OmniBSI technology. Santa Clara: OmniVision Technologies, [s.d.]. Disponível em: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/RaspberryPi/ov5647_full.pdf. Acesso em 22 mar. 2026.

ROSA, C. M.; DE SOUZA, P. A. R.; DA SILVA, J. M. Inovação em saúde e internet das coisas (IoT): Um panorama do desenvolvimento científico e tecnológico. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 25, n. 3, p. 164–181, jul. 2020.

SP LABOR. Tudo sobre a Balança de Precisão - Da Antiguidade aos dias atuais. - SP Labor. SP Labor, 08 de abr. de 2024. Disponível em: https://www.splabor.com.br/blog/balancas/a-historia-da-balanca-de-precisao-da-antiguidade-aos-dias-atuais/. Acesso em 07 de mar. de 2025.