



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

FRANCISCO ISAAC PEREIRA SILVA

**PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA CONTROLE DE REFEIÇÕES ESCOLARES:
UMA ESTRATÉGIA CONTRA O DESPERDÍCIO ALIMENTAR NA REDE
PÚBLICA**

**PEDRO II, PIAUÍ
2025**

FRANCISCO ISAAC PEREIRA SILVA

PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA CONTROLE DE REFEIÇÕES ESCOLARES:
UMA ESTRATÉGIA CONTRA O DESPERDÍCIO ALIMENTAR NA REDE PÚBLICA

Trabalho de Conclusão de Curso
(artigo científico) apresentado como
exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em
Análise e Desenvolvimento de
Sistemas do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Pedro II.

Orientador: Prof. Esp. Willyams Moreira
Saraiva.

PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA CONTROLE DE REFEIÇÕES ESCOLARES: UMA ESTRATÉGIA CONTRA O DESPERDÍCIO ALIMENTAR NA REDE PÚBLICA

Francisco Isaac Pereira Silva¹

Willyams Moreira Saraiva²

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a validação de um protótipo de sistema web voltado à gestão da alimentação escolar, com o objetivo de reduzir o desperdício de alimentos em uma escola pública da rede estadual. A motivação do projeto decorre da ausência de ferramentas tecnológicas que auxiliem na previsão precisa do número de estudantes que se alimentarão diariamente. Para suprir essa lacuna, foi desenvolvido um sistema funcional utilizando o framework Flask e banco de dados MySQL, com interface acessível para alunos e gestores. A funcionalidade central permite o registro antecipado da intenção de consumo pelos estudantes e a geração de relatórios para apoio ao planejamento das refeições. O sistema foi testado com dados simulados e apresentado à comunidade escolar, cuja avaliação indicou boa aceitação quanto à proposta e à aplicabilidade prática. Os resultados sugerem que a solução é tecnicamente viável, socialmente relevante e apresenta potencial de replicação em outras instituições públicas com infraestrutura semelhante. O trabalho destaca o papel das tecnologias acessíveis na promoção da sustentabilidade e da eficiência na gestão de recursos públicos.

Palavras-chave: alimentação escolar; desperdício de alimentos; sistema web; previsão de demanda; sustentabilidade; recursos públicos.

ABSTRACT

This work presents the development and validation of a web-based system prototype aimed at improving school meal management, with the objective of reducing food waste in a public state school. The motivation for the project stems from the lack of technological tools to accurately predict the number of students who will eat each day. To address this gap, a functional system was developed using the Flask framework and a MySQL database, with an accessible interface for both students and school administrators. Its core functionality allows students to register their intention to consume meals in advance, while also generating reports to support meal planning. The system was tested with simulated data and presented to the school community, which provided positive feedback regarding its practicality and applicability. The results suggest that the proposed solution is technically feasible, socially relevant, and has potential for replication in other public institutions with similar infrastructure. This work highlights the role of accessible technologies in promoting sustainability and efficiency in public resource management.

Keywords: school meals; food waste; web system; demand forecasting; sustainability; public resources.

Data de aprovação: 22/07/2025 (data de apresentação do TCC)

1 Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. IFPI. caped.2023123tads0025@aluno.ifpi.edu.br
2 Especialista em Governança de TI. IFPI. willyams.saraiva@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos é um dos principais entraves ao desenvolvimento sustentável, impactando diretamente as esferas econômica, ambiental e social (Oxfam Brasil, 2021). Globalmente, estima-se que 931 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçadas anualmente — cerca de 17% da produção destinada ao consumo humano —, segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2021). Tal desperdício gera perdas financeiras consideráveis e recursos públicos mal aproveitados, sobretudo em setores como transporte, estocagem e fornecimento de alimentos. Do ponto de vista ambiental, a produção de alimentos que não são consumidos responde por cerca de 8% das emissões globais de gases de efeito estufa e intensifica a exploração de recursos naturais como água e solo, de acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2019). Socialmente, o problema expõe um paradoxo alarmante: enquanto toneladas de comida são descartadas, milhões ainda convivem com a fome. No Brasil, mais da metade dos domicílios enfrenta algum grau de insegurança alimentar (Brasil, 2020), e instituições públicas, como escolas, frequentemente operam sem ferramentas adequadas para controlar o consumo efetivo das refeições, contribuindo para o ciclo de desperdício. Esse cenário ressalta a urgência de soluções tecnológicas que promovam um uso mais racional dos recursos, otimizando o planejamento e reduzindo perdas.

No Brasil, o desperdício de alimentos em escolas públicas é um desafio relevante, especialmente diante da limitação de ferramentas tecnológicas para apoiar o planejamento alimentar (Assunção, 2022). A ausência de sistemas integrados compromete a previsão precisa do número de refeições necessárias, o que frequentemente resulta em produção excessiva e descarte de alimentos ainda próprios para consumo. De acordo com o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023), muitas instituições operam sem mecanismos adequados para monitorar a frequência dos alunos, dificultando o dimensionamento adequado das porções servidas. Estudo do ano de 2022 do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor também aponta que a falta de integração entre dados de matrícula, presença e cardápio contribui diretamente para as perdas na alimentação escolar.

Diante desse cenário, é urgente a adoção de soluções digitais que promovam maior controle, transparência e eficiência na gestão dos recursos alimentares oferecidos pelas instituições de ensino.

Esse ciclo de desperdício contínuo impacta diretamente o orçamento público destinado à alimentação escolar. Como consequência, reduz a eficiência do uso dos recursos e limita as possibilidades de melhorias na qualidade nutricional das refeições. Além disso, essa situação contraria os princípios de sustentabilidade e equidade social que devem nortear as políticas públicas de alimentação. A má gestão dos alimentos nas escolas representa não apenas um problema administrativo, mas também uma falha ética, uma vez que contribui para o esgotamento de recursos naturais e reforça as desigualdades no acesso à alimentação de qualidade (Silva; Costa, 2020).

Essa questão não se restringe apenas ao Brasil, sendo parte de uma discussão global mais ampla sobre a gestão dos recursos alimentares. De acordo com a ABC, Agência Brasileira de Cooperação (Brasil 2018), representantes de diversos países têm se reunido para compartilhar experiências e buscar soluções conjuntas para reduzir perdas e desperdícios na alimentação escolar. Essas discussões estão alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, em especial o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, cuja meta 12.3 estabelece o compromisso de reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita no varejo e no consumo, e diminuir as perdas ao longo das cadeias de produção e abastecimento até 2030 (Brasil, 2024). Esse movimento global reforça a importância de soluções tecnológicas e práticas eficientes que possam ser aplicadas localmente, como a proposta deste trabalho.

Inserida nesse cenário global e nacional de preocupação com o desperdício alimentar, a Escola Arthur Gonçalves, localizada no município de Lagoa de São Francisco, no interior do Piauí, vivencia cotidianamente esse desafio em sua rotina. Trata-se de uma instituição pública da rede estadual de ensino que atende alunos de diferentes modalidades, como Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação de Jovens e Adultos e Educação Especial. Em 2024, com a adesão ao modelo de ensino médio em tempo integral — que, de acordo com dados do QEdu (2024), atende aproximadamente 211 estudantes — a escola passou a oferecer refeições completas no horário do almoço para esse grupo. Para suprir essa demanda, são preparadas cerca de 220 refeições diariamente.

Embora exista um controle diário da quantidade de refeições a serem servidas, o processo adotado atualmente pela Escola Arthur Gonçalves não é automatizado e apresenta limitações operacionais. Todos os dias, no início da manhã, um servidor da secretaria percorre cada sala de aula, informa aos alunos o prato do dia e realiza a contagem dos que desejam almoçar. Esses dados são então repassados à equipe do refeitório, que se baseia nessas informações para preparar as refeições. Apesar de representar uma tentativa de organização, esse método é suscetível a erros de contagem, duplicidade de registros e atrasos na comunicação. Além disso, a ausência de um sistema centralizado dificulta o armazenamento histórico dos dados, a geração de relatórios e o planejamento mais estratégico. Como consequência, ainda ocorrem casos de produção excedente ou insuficiente, o que impacta diretamente na eficiência da gestão dos recursos e no desperdício de alimentos.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de implementar mecanismos tecnológicos simples, acessíveis e eficazes que contribuam para a gestão eficiente da alimentação escolar em instituições públicas com recursos limitados. Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo funcional de sistema *web*, baseado no *microframework Flask*, com o objetivo de otimizar o planejamento das refeições escolares e reduzir o desperdício de alimentos, alinhando-se aos princípios da engenharia de software e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Pressman; Maxim, 2016).

Para o desenvolvimento do protótipo, foram seguidas etapas essenciais da engenharia de *software*, como o levantamento de requisitos, a modelagem da base de dados e a implementação de interfaces simples e intuitivas. Após a construção, foram realizados testes com dados simulados, observando-se uma melhoria potencial no planejamento e na redução do desperdício. Essas etapas estão alinhadas às práticas descritas por Sommerville (2011) e Pressman e Maxim (2016), que destacam a importância de um processo sistemático e iterativo para o desenvolvimento de soluções funcionais e replicáveis.

1.1 OBJETIVOS

Nesta subseção são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos que norteiam a realização do presente trabalho, com base no problema identificado e nas abordagens propostas.

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo funcional de sistema *web*, utilizando o *microframework Flask*, para otimizar o planejamento da alimentação escolar por meio do registro antecipado da intenção de consumo, contribuindo para a redução do desperdício de alimentos em instituições públicas de ensino.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar os requisitos funcionais e não funcionais para um sistema *web* que permita o registro prévio da intenção de consumo por parte dos alunos;
- Modelar a arquitetura da aplicação com base nos princípios da engenharia de *software*;
- Implementar o sistema utilizando o *microframework Flask* e banco de dados relacional;
- Testar o sistema com dados simulados para avaliar seu funcionamento e potencial de impacto;
- Verificar a possibilidade de replicação da solução em outras instituições com características similares.

1.2 JUSTIFICATIVA

Esta seção apresenta a relevância técnica, social e acadêmica da proposta, destacando os fundamentos que justificam a escolha da abordagem adotada no desenvolvimento do sistema.

A escolha pelo *microframework Flask* fundamenta-se em sua ampla adoção na construção de aplicações *web* leves, sua compatibilidade com bibliotecas do ecossistema *Python* e sua estrutura modular que favorece o desenvolvimento incremental (Palletprojects, 2024; Nield, 2020). Além disso, a proposta do sistema alinha-se à busca por soluções digitais de baixo custo e alto impacto social,

conforme defendem autores como Barbosa e Figueiredo (2022), que destacam o papel da tecnologia na modernização da gestão pública. O presente trabalho também incorpora metodologias clássicas da engenharia de software, incluindo análise de requisitos, modelagem e validação, conforme preconizam Sommerville (2011) e Bezerra (2014). Assim, a solução proposta representa uma iniciativa potencialmente viável para reduzir o desperdício alimentar e promover a eficiência no uso de recursos em escolas públicas.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho está dividida em cinco seções. A seção 1 apresenta a introdução, contextualização do problema, a justificativa, os objetivos e a organização geral do estudo. A seção 2 discorre sobre os trabalhos relacionados e o referencial teórico que fundamenta a pesquisa. A seção 3 descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento do sistema. A seção 4 apresenta a implementação prática do protótipo, bem como os testes realizados. Por fim, a seção 5 traz as considerações finais, limitações do projeto e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados os fundamentos conceituais, técnicos e legais que sustentam a proposta deste trabalho. São abordados os principais aspectos relacionados ao desperdício de alimentos em escolas públicas, a aplicação de soluções tecnológicas na gestão da alimentação escolar, os fundamentos do desenvolvimento *web* com *Flask* e os princípios da engenharia de *software* voltados à criação de sistemas de apoio à gestão educacional.

2.1 DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Nesta subseção, discute-se o desperdício de alimentos como um problema estrutural nas instituições de ensino públicas, com base em dados e estudos que evidenciam sua dimensão e impacto nos âmbitos econômico, social e ambiental.

Estudos da Faculdade Laboro apontam que o desperdício de alimentos em instituições públicas de ensino é um fenômeno multifatorial que compromete a efetividade de políticas públicas voltadas à segurança alimentar, ao uso eficiente dos recursos e à sustentabilidade ambiental (Assunção, 2022). Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2021), aproximadamente 931 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçadas anualmente em todo o mundo, representando cerca de 17% da produção destinada ao consumo humano. A literatura nacional evidencia que o ambiente escolar enfrenta desafios específicos relacionados à gestão da alimentação. Souza *et al.* (2023), em uma revisão integrativa da produção acadêmica nacional entre 2010 e 2020, identificaram padrões recorrentes de desperdício associados à má aceitação dos cardápios, à ausência de ações educativas, à monotonia alimentar, à inadequação dos ambientes e horários das refeições, além da falta de envolvimento da comunidade escolar nos processos de decisão. Nessa perspectiva, o desperdício é não apenas um reflexo da gestão ineficaz, mas também da ausência de estratégias pedagógicas integradas ao serviço de alimentação.

Os dados compilados por Souza *et al.* (2023) revelam que os índices de resto-ingestão chegam a ultrapassar 40% em diversas escolas, enquanto as chamadas “sobras limpas” (alimentos preparados e não servidos) superam os 20%. Tais indicadores, além de sugerirem problemas no dimensionamento da demanda, evidenciam uma desconexão entre o planejamento nutricional e a realidade de consumo dos estudantes. Nesse contexto, os autores defendem a importância de intervenções que combinem formação de profissionais, planejamento nutricional contextualizado e tecnologias de apoio à decisão.

Paralelamente, órgãos institucionais reforçam a urgência de soluções mais eficazes. O Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (Brasil, 2023) destacam, em relatórios técnicos, que a ausência de integração entre dados de matrícula, presença e cardápio prejudica o controle da oferta alimentar, ampliando o risco de desperdício. Além disso, o IBGE (2020) aponta que mais da metade dos domicílios brasileiros enfrenta insegurança alimentar em algum grau, agravando o paradoxo de alimentos descartados enquanto milhares de estudantes dependem da alimentação escolar como principal refeição do dia.

No campo legal, a Lei nº 11.947/2009 estabelece diretrizes para a

alimentação escolar, exigindo que ela seja pautada por critérios nutricionais, respeito à cultura alimentar local e uso sustentável dos recursos públicos (Brasil, 2009). A persistência de práticas que resultam em desperdício sistemático representa, portanto, não apenas um problema de gestão, mas uma violação das obrigações legais e sociais das instituições públicas de ensino.

Dessa forma, observa-se na literatura uma convergência em torno da necessidade de mecanismos que viabilizem o planejamento alimentar baseado em dados reais de consumo, promovam a participação da comunidade escolar e reduzam perdas operacionais. Tais evidências embasam a proposta deste trabalho, que visa o desenvolvimento de uma solução tecnológica para auxiliar a gestão da alimentação escolar com foco na redução do desperdício

2.2 TECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Nesta subseção, discute-se o papel das tecnologias da informação no aprimoramento da gestão da alimentação escolar, com foco em soluções que contribuem para o planejamento eficiente, a redução do desperdício e a otimização dos recursos públicos. São apresentados estudos e iniciativas que demonstram o potencial transformador dessas ferramentas, especialmente em instituições públicas de ensino.

A aplicação de tecnologias da informação nesse contexto tem se mostrado uma alternativa promissora para enfrentar desafios operacionais relacionados ao desperdício de alimentos, à previsão de demanda e à gestão de recursos. Sistemas informatizados são capazes de automatizar etapas cruciais, como o controle de estoque, a coleta de dados de presença, a geração de relatórios e o planejamento das quantidades a serem preparadas. Segundo Pressman e Maxim (2016), a informatização de processos rotineiros reduz falhas humanas e contribui para maior precisão, economia e confiabilidade nas decisões institucionais.

Entre as soluções desenvolvidas no âmbito educacional, destaca-se o SisRest, um sistema web implementado no Instituto Federal da Paraíba (IFPB), campus Monteiro. Desenvolvido por Silva, Pereira e Lima (2023), o SisRest permite que estudantes registrem sua intenção de utilizar o restaurante institucional, ao mesmo tempo em que oferece ferramentas administrativas para controle de refeições, autenticação de usuários e geração de relatórios. Projetado com base em

princípios da engenharia de software, o sistema apresentou ganhos operacionais expressivos para a gestão do refeitório.

Outro exemplo relevante é o AEI – Alimentação Escolar Inteligente, utilizado em diversas instituições públicas brasileiras, incluindo a rede estadual do Acre e escolas municipais em Pernambuco e Mato Grosso do Sul. O AEI oferece funcionalidades como controle de estoque, planejamento de cardápios, acompanhamento nutricional e monitoramento de consumo em tempo real. Em municípios como Vitória de Santo Antão (PE), o uso do AEI possibilitou uma redução de até 50% no desperdício de alimentos nas escolas da rede pública (Lemobs, 2023). Sua escalabilidade e adaptação a diferentes realidades escolares o tornam uma referência em gestão alimentar baseada em tecnologias móveis e sistemas integrados.

Outro caso notável é o Sistema de Acesso ao Restaurante Institucional (SARI), desenvolvido pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Floriano, em 2015. O sistema foi criado para controlar o acesso e as reservas de refeições do restaurante institucional após a implantação da Política de Assistência Estudantil (POLAE), que garantiu a gratuidade das refeições aos alunos. O SARI permite o agendamento online de refeições, a identificação por código de barras e a emissão automática de relatórios sobre consumo e desperdício. Também realiza o bloqueio de usuários que reservam e não comparecem, contribuindo para a redução de sobras alimentares e para o uso mais eficiente dos recursos públicos.

A experiência demonstrou aumento significativo no controle, na transparência e na eficiência da gestão alimentar, levando à replicação do SARI em outros campi do IFPI e à sua consolidação como modelo tecnológico para instituições públicas de ensino (Lopes; Lima, 2018).

A análise dessas soluções evidencia que o uso de tecnologias aplicadas à alimentação escolar tem um grande potencial para enfrentar os desafios relacionados ao desperdício de alimentos. No entanto, muitos dos sistemas existentes ainda são voltados a contextos com infraestrutura mais robusta. Nesse sentido, este trabalho propõe uma solução mais leve, de fácil replicação, baseada no *microframework Flask*, com foco em escolas públicas que operam com recursos limitados.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS WEB COM FLASK

Esta subseção apresenta os fundamentos técnicos do *microframework Flask*, adotado como base para o desenvolvimento da aplicação proposta neste trabalho. São discutidas suas características, arquitetura, vantagens e a aderência ao contexto das instituições públicas de ensino que operam com infraestrutura limitada.

O *Flask* é um *microframework* para desenvolvimento de aplicações *web* em *Python*, amplamente reconhecido por sua simplicidade, flexibilidade e facilidade de implementação (Cardoso, 2023). Criado por Armin Ronacher em 2010, o *Flask* adota o princípio “micro”, o que significa que fornece apenas o núcleo essencial para construção de aplicações *web*, permitindo que o desenvolvedor acrescente módulos e extensões conforme a complexidade do projeto (Palletsprojects, 2024). Essa arquitetura enxuta é especialmente adequada para aplicações educacionais e institucionais, que demandam soluções personalizáveis e de baixo custo operacional.

Além disso, o *framework* oferece recursos como roteamento dinâmico, suporte nativo a *templates Jinja2* (IBM, 2023), manipulação de formulários e integração facilitada com bancos de dados relacionais por meio de bibliotecas como *SQLAlchemy* ou conectores *MySQL*. Por ser construído em *Python*, herda a clareza sintática da linguagem, o que favorece a manutenção do código e o aprendizado gradual por equipes menos experientes. Essa combinação de leveza estrutural e capacidade de expansão faz do *Flask* uma escolha estratégica para projetos acadêmicos e sistemas públicos de pequeno porte (Palletsprojects, 2024).

Ao contrário de *frameworks* mais robustos como o *Django*, que oferece uma estrutura completa e integrada, o *Flask* adota uma abordagem mais flexível, permitindo ao desenvolvedor decidir quais bibliotecas ou componentes utilizar (Bahgat, 2023). Essa característica torna o *Flask* especialmente útil em projetos que demandam soluções personalizadas, sem o acoplamento forçado a padrões rígidos. Além disso, comparado a soluções em *PHP* ou *Node.js*, o *Flask* destaca-se pela sintaxe limpa e pela ampla disponibilidade de bibliotecas voltadas à ciência de dados, inteligência artificial e automação — aspectos que podem ampliar o potencial evolutivo da aplicação no futuro (Nagar, 2023).

Embora o uso do *Flask* ainda seja pouco descrito em sistemas voltados especificamente à gestão institucional educacional, suas características técnicas

oferecem um conjunto de vantagens que o tornam altamente compatível com esse tipo de ambiente. Por ser um *framework* modular e com baixa sobrecarga de dependências, ele permite a implantação de sistemas *web* em infraestrutura modesta, o que é particularmente relevante em escolas públicas com recursos tecnológicos limitados (Palletsprojects, 2024). Outro diferencial está na clareza sintática do *Python* e na ampla documentação do *Flask*, que favorecem não apenas o desenvolvimento ágil, mas também a continuidade do projeto por equipes locais com menor familiaridade técnica (Grinberg, 2022). No caso do presente trabalho, essa flexibilidade foi determinante para a construção de uma aplicação personalizada, responsiva e de fácil manutenção, com potencial de replicação em instituições que enfrentam desafios semelhantes.

Dessa forma, o uso do *Flask* alinha-se aos princípios de acessibilidade, escalabilidade e sustentabilidade tecnológica que orientam este projeto. Sua flexibilidade e compatibilidade com boas práticas de engenharia de *software* justificam sua adoção como base para o desenvolvimento da aplicação *web* proposta, voltada à gestão eficiente da alimentação escolar (Cardoso, 2023).

2.4 ENGENHARIA DE SOFTWARE APLICADA A PROJETOS SOCIAIS

Esta subseção discute a importância da aplicação dos princípios da engenharia de software no desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas para contextos sociais. A partir dessa abordagem, busca-se justificar metodologicamente a concepção do sistema proposto, mesmo em um ambiente de recursos limitados.

A engenharia de software é o campo responsável por sistematizar o processo de construção de sistemas computacionais, garantindo que esses sistemas atendam aos requisitos de funcionalidade, qualidade e adaptabilidade (Sommerville, 2019). Embora tradicionalmente aplicada em contextos corporativos ou de grande escala, seus fundamentos são igualmente relevantes em projetos sociais e públicos, nos quais eficiência e confiabilidade são essenciais, especialmente diante de limitações técnicas, humanas e orçamentárias.

Em instituições públicas, como escolas, muitos processos ainda ocorrem de forma não automatizada, informal e sem padronização. Essa realidade dificulta o controle de dados, a rastreabilidade das ações e a tomada de decisões. A aplicação de boas práticas da engenharia de *software*, como o levantamento de requisitos, a

modelagem e a validação incremental, possibilita o desenvolvimento de sistemas que organizam fluxos, reduzem falhas e ampliam o impacto social (Sommerville, 2011).

O sistema proposto neste trabalho foi concebido a partir desses fundamentos. Mesmo sendo uma aplicação leve, voltada para uma escola pública de pequeno porte, foram seguidas etapas essenciais da engenharia de *software*: identificação do problema, análise das necessidades, modelagem da base de dados, definição da arquitetura e implementação incremental (Sommerville, 2011). Essa abordagem garante não apenas funcionalidade, mas também possibilidade de evolução futura, replicação em outros contextos e facilidade de manutenção por parte de equipes técnicas locais.

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS LACUNAS IDENTIFICADAS

Nesta subseção, apresentam-se reflexões críticas sobre as limitações das soluções analisadas, bem como as lacunas ainda existentes no uso de tecnologias aplicadas à gestão da alimentação escolar. Tais aspectos reforçam a relevância e a originalidade da proposta desenvolvida neste trabalho.

Embora existam sistemas institucionais consolidados voltados à gestão de refeições em ambientes educacionais, como o SisRest, o AEI e o SARI, muitos deles ainda apresentam barreiras importantes para sua adoção em escolas públicas de pequeno porte. Entre os principais entraves, destacam-se a dependência de infraestrutura robusta, a necessidade de integração com bases de dados institucionais complexas e a ausência de soluções que considerem a realidade operacional de instituições com limitações técnicas, financeiras e humanas (Brasil, 2023).

Além disso, grande parte das iniciativas identificadas concentra-se em contextos universitários ou em redes públicas com maior grau de informatização, como capitais e grandes centros. Isso acaba deixando à margem escolas localizadas em municípios de pequeno porte, com menor capacidade técnica ou que ainda realizam o planejamento alimentar de forma sem apoio de sistemas computacionais. Essa lacuna evidencia a escassez de soluções tecnológicas adaptáveis, de baixo custo e fácil replicação, que possam ser operadas localmente sem exigir grandes investimentos ou estruturas administrativas avançadas (ONU,

2022; Silva; Pereira; Lima, 2023).

A análise desses cenários reforça a necessidade de ferramentas alternativas que conciliam simplicidade de implementação com funcionalidade eficaz. É nesse sentido que a proposta apresentada neste trabalho se insere: como uma solução enxuta, baseada em tecnologias acessíveis e aderente às práticas da engenharia de *software*, capaz de suprir as demandas específicas de uma escola pública com infraestrutura limitada, como a Escola Arthur Gonçalves.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

Esta subseção apresenta a classificação metodológica do presente estudo, com base na literatura da área, considerando seus objetivos, abordagem e natureza dos dados utilizados.

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada como aplicada, pois tem como finalidade o desenvolvimento de uma solução prática para um problema real identificado em uma instituição pública de ensino (Gil, 2010). Seu foco está em gerar um produto funcional que contribua para a redução do desperdício de alimentos por meio da informatização do planejamento alimentar escolar.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva. É exploratória por buscar maior familiaridade com o problema e identificar alternativas tecnológicas viáveis, e descritiva por registrar, com base empírica, o funcionamento do sistema proposto e seus impactos na organização do refeitório (Vergara, 2016).

Em relação à abordagem dos dados, o estudo adota uma metodologia qualitativa, com uso de observações, registros e testes simulados. A escolha dessa abordagem se justifica pelo caráter subjetivo das análises envolvidas, centradas na melhoria do planejamento, na organização institucional e na percepção da equipe gestora quanto à utilidade da ferramenta.

3.2 FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Esta subseção apresenta as ferramentas e tecnologias adotadas no desenvolvimento do protótipo do sistema proposto, justificando as escolhas com

base em critérios de viabilidade técnica, acessibilidade e alinhamento aos objetivos do projeto.

O sistema foi desenvolvido utilizando o *microframework* **Flask**, por sua leveza, flexibilidade e ampla adoção no ecossistema *Python*. Por ser baseado no padrão WSGI e compatível com diversas bibliotecas externas, o *Flask* mostrou-se adequado para a construção de uma aplicação simples, modular e de fácil manutenção (Palletsprojects, 2024).

A linguagem de programação utilizada foi o **Python**, reconhecida por sua clareza sintática e vasta comunidade, o que favoreceu o aprendizado e a implementação incremental da aplicação (Luiza, 2023). O banco de dados utilizado foi o **MySQL**, escolhido por sua robustez, fácil integração com o *Flask* e ampla documentação, sendo uma alternativa viável para aplicações de pequeno porte com foco em armazenamento relacional de dados (Romanowski, 2023).

O ambiente de desenvolvimento adotado incluiu o editor **Visual Studio Code**, programa da Microsoft Corporation, por sua leveza, suporte a extensões e compatibilidade com diversas linguagens. A aplicação foi executada em ambiente local, com sistema operacional **Windows 11**, utilizando o servidor embutido do *Flask* para testes.

A biblioteca **Flask-SQLAlchemy** foi adotada como uma solução *ORM*(*Object Relational Mapping*) para gerenciar a comunicação entre a aplicação *Python* e o banco de dados *MySQL*. Sua principal função é abstrair operações *CRUD* por meio de uma camada de mapeamento objeto relacional, o que simplifica significativamente o desenvolvimento, reduz a complexidade da manipulação de dados e melhora a manutenção da lógica de persistência (Flask-SQLAlchemy, 2023).

Todas as ferramentas escolhidas são gratuitas, de código aberto e possuem ampla documentação disponível, o que contribui para a replicabilidade da solução em outras instituições públicas com restrições orçamentárias.

3.3 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Nesta subseção, apresenta-se um resumo das etapas metodológicas seguidas para o desenvolvimento do sistema, desde a concepção até os testes.

Tabela 1 – Etapas do desenvolvimento do sistema

Etapas	Descrição	Ferramentas utilizadas	Resultado
Identificação do problema	Observação das rotinas do refeitório e levantamento dos desafios enfrentados pela equipe	Anotações, reuniões com a equipe escolar	Definição do problema e dos objetivos da aplicação
Levantamento de requisitos	Coleta de requisitos funcionais e não funcionais com base nas necessidades identificadas	Google Docs, entrevistas	Documento de requisitos validado
Modelagem	Estruturação do banco de dados e fluxo de informações da aplicação	MySQL Workbench, diagramas ER	Diagrama relacional e estrutura lógica definida
Implementação	Codificação da aplicação web com as funcionalidades previstas	Flask, Python, HTML, CSS, SQLAlchemy	Protótipo funcional concluído
Apresentação na escola	Demonstração do sistema à secretária de educação, diretora, equipe da cozinha e alunos da escola	Notebook, protótipo web local, registros fotográficos	Aceitação positiva pela comunidade escolar e sugestões para futura implementação
Testes e validação	Execução de testes com dados simulados para avaliar o sistema	Base de dados simulada, navegador local	Sistema testado e ajustado conforme a necessidade

Fonte: elaborado pelo autor

Essas etapas foram fundamentais para assegurar a coerência entre o problema identificado e a solução proposta.

3.4 CRITÉRIOS PARA TESTES E VALIDAÇÃO

Esta subseção apresenta os critérios definidos para a avaliação do sistema desenvolvido, com o objetivo de garantir que ele atenda aos requisitos propostos e se mostre adequado à realidade da escola em que será aplicado.

A validação do sistema foi realizada de forma qualitativa e funcional, considerando a natureza prática do protótipo e as limitações de tempo e infraestrutura da instituição. Os testes foram conduzidos com dados simulados, baseados em situações reais observadas na rotina da Escola Arthur Gonçalves.

Os principais critérios adotados para avaliação foram:

- **Funcionalidade:** Verificação se todas as funcionalidades previstas (registro, consulta, edição e exclusão de intenções de consumo) operam conforme o esperado.
- **Usabilidade:** Avaliação da facilidade de uso por parte dos alunos e da equipe

gestora, com foco na clareza das interfaces e fluidez das interações.

- **Confiabilidade:** Teste da estabilidade do sistema em diferentes cenários simulados, incluindo registros múltiplos e edição de informações.
- **Aderência ao contexto:** Verificação se o sistema realmente atende às necessidades da escola, considerando sua estrutura, rotina e limitações técnicas.
- **Aprovação pelos usuários:** Observação da receptividade por parte dos usuários durante a apresentação do sistema na escola.

A adoção desses critérios está alinhada às recomendações de Sommerville (2011), que ressalta a importância de validar sistemas com base na sua funcionalidade, na experiência do usuário e na adequação ao ambiente de uso. Embora os testes tenham sido realizados de forma manual, com execução direta da aplicação e simulação de uso por parte dos usuários, não foram utilizados frameworks de teste automatizados. Ainda assim, a validação prática demonstrou que o sistema atende aos objetivos definidos.

3.5 DELIMITAÇÕES DO PROJETO

Esta subseção apresenta os limites estabelecidos para o desenvolvimento do sistema, considerando os recursos disponíveis, o tempo para execução e o escopo definido para o Trabalho de Conclusão de Curso.

O presente projeto teve como foco o desenvolvimento de um protótipo funcional de sistema *web* para registro da intenção de consumo de refeições escolares, com o objetivo de auxiliar o planejamento alimentar e reduzir o desperdício na Escola Arthur Gonçalves. Diante disso, foram estabelecidas algumas delimitações que nortearam a construção da solução:

- O sistema foi projetado para funcionamento local, em ambiente de rede interna ou hospedagem básica, sem implementação em ambiente de produção real até o momento;
- Não foram incluídos módulos de autenticação avançada, controle de estoque,

cardápio nutricional ou relatórios estatísticos detalhados, embora possam ser implementados futuramente;

- A aplicação foi testada com dados simulados, baseados em observações reais da rotina da escola, não havendo integração direta com o sistema de gestão educacional da instituição;
- A interface foi desenvolvida de forma simplificada, priorizando usabilidade e clareza para o público-alvo (alunos e equipe escolar), sem foco em *design* visual elaborado;
- Os testes e validação foram realizados com base em uso prático e *feedbacks* da equipe gestora e usuários simulados, sem aplicação de testes automatizados.

Essas delimitações refletem o escopo viável para um projeto de conclusão de curso em tempo reduzido, com recursos limitados, e não comprometem a relevância da solução proposta, que pode ser expandida em implementações futuras.

3.6 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Esta subseção apresenta os requisitos identificados para o desenvolvimento do sistema proposto, com base na realidade observada na Escola Arthur Gonçalves e nas necessidades da equipe gestora, alunos e profissionais do refeitório.

Os requisitos foram levantados por meio de visitas à instituição, observação direta do processo atual e conversas informais com os usuários finais. Os requisitos foram classificados em duas categorias: **funcionais**, que representam as funcionalidades esperadas do sistema, e **não funcionais**, que descrevem restrições e qualidades que a aplicação deve possuir.

Tabela 2– Requisitos funcionais do sistema

Código	Descrição
RF01	Permitir que o usuário (aluno ou administrador) acesse o sistema mediante autenticação (login com usuário e senha)
RF02	Permitir que o aluno registre antecipadamente sua intenção de almoçar
RF03	Permitir que um administrador cadastre novos usuários no sistema
RF04	Permitir que um administrador cadastre a refeição do dia
RF05	Permitir que a equipe gestora visualize as intenções registradas por dia
RF06	Permitir exclusão e edição de registros de intenção
RF07	Disponibilizar um painel com a quantidade total de refeições previstas por dia
RF08	Permitir reiniciar a contagem diária de intenções de consumo sem excluir permanentemente os dados históricos
RNF01	O sistema deve ser acessível por navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge)
RNF02	O sistema deve ser leve e funcional mesmo em redes locais com internet instável
RNF03	A interface deve ser simples e clara, voltada para usuários não técnicos
RNF04	O sistema deve permitir instalação e uso em computadores com recursos limitados

Fonte: elaborado pelo autor

O levantamento e a categorização desses requisitos foram fundamentais para guiar a modelagem do sistema e assegurar sua adequação à realidade institucional. A definição clara das necessidades desde o início do projeto permitiu um desenvolvimento mais objetivo, alinhado às práticas recomendadas em engenharia de *software* (Pressman; Maxim, 2016).

3.7 MODELAGEM DO SISTEMA (DIAGRAMAS E ARQUITETURA)

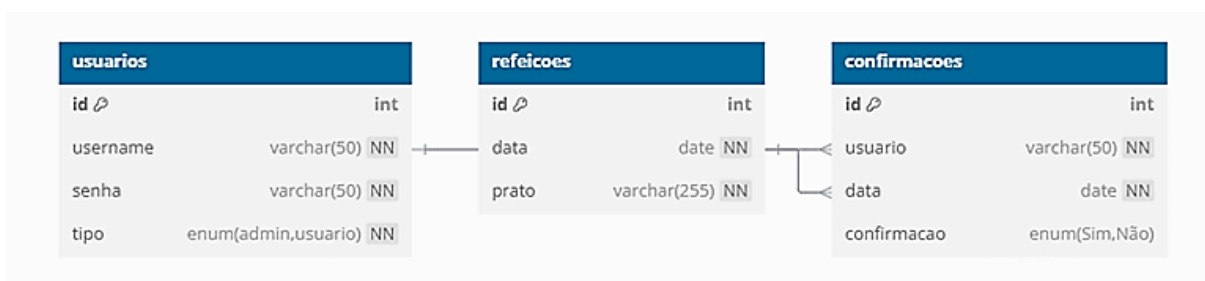
Esta subseção apresenta os principais diagramas elaborados durante a modelagem do sistema, com o objetivo de representar visualmente a estrutura de dados, os atores envolvidos e o funcionamento geral da aplicação. A modelagem serviu como base para a implementação organizada e coerente da solução.

3.7.1 Diagrama Entidade Relacionamento (DER)

O DER a seguir descreve a estrutura do banco de dados relacional utilizado na aplicação, incluindo as principais tabelas, atributos e relacionamentos. O modelo

foi projetado considerando a simplicidade e a clareza necessárias ao contexto escolar.

Figura 1– Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) do sistema



Fonte: elaborado pelo autor

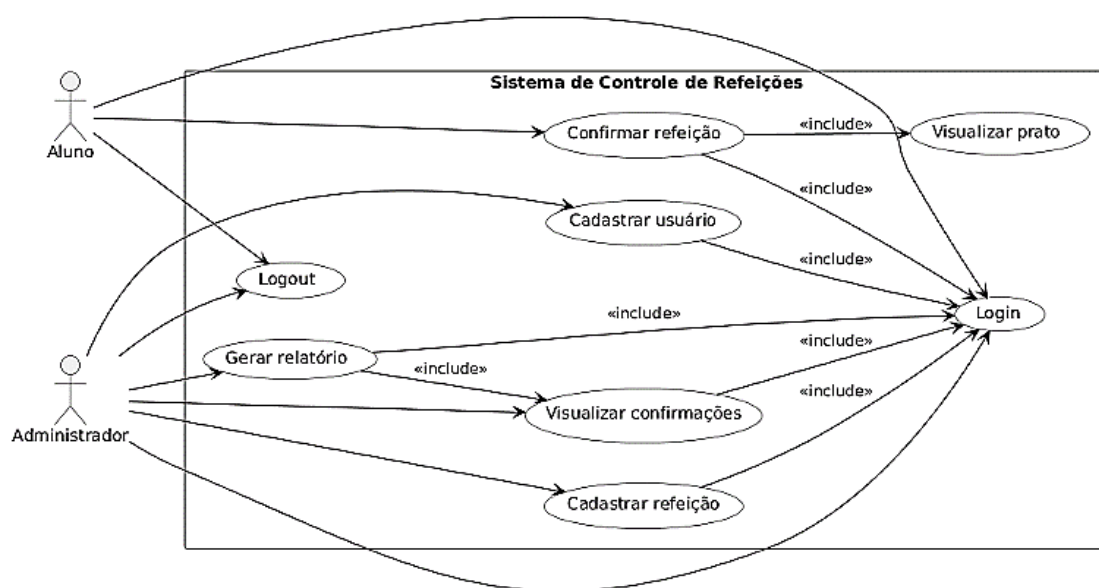
O Diagrama Entidade-Relacionamento (Figura 1) ilustra a estrutura do banco de dados desenvolvido para o sistema de controle de refeições escolares. Ele é composto por três entidades principais: **usuários**, **refeições** e **confirmações**. A tabela **usuários** armazena as credenciais e os perfis dos usuários cadastrados, incluindo administradores e alunos, diferenciados pelo campo **tipo**. A tabela **refeições** registra as refeições oferecidas diariamente, contendo o prato do dia e a respectiva data. Já a tabela **confirmações** registra a intenção de consumo por parte dos alunos, vinculando o nome de usuário e a data da refeição, além do campo que indica se o aluno irá ou não se alimentar naquele dia.

As ligações entre as tabelas foram definidas por meio de chaves estrangeiras: o campo **usuario** da tabela **confirmações** referencia o campo **username** da tabela **usuários**, e o campo **data** de **confirmações** se relaciona com o campo **data** da tabela **refeições**. Essa estrutura relacional permite integrar de forma eficiente os registros de refeições e as confirmações feitas pelos usuários, garantindo controle e rastreabilidade sobre os dados inseridos no sistema.

3.7.2 Diagrama de casos de uso

O diagrama de casos de uso representa os principais atores do sistema (aluno e gestor) e suas respectivas interações com a aplicação. Esse modelo foi útil para definir os requisitos funcionais e guiar o desenvolvimento das interfaces.

Figura 2– Diagrama de casos de uso da aplicação



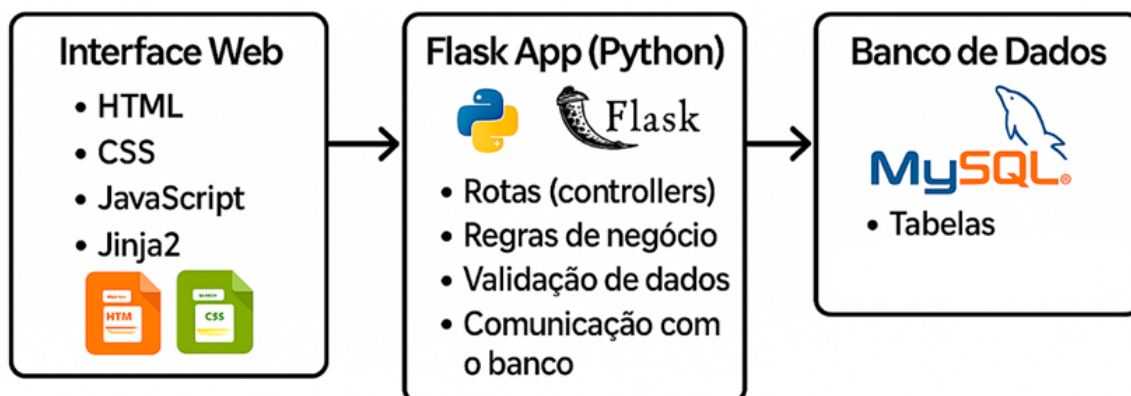
Fonte: elaborado pelo autor

O Diagrama de Casos de Uso (Figura 2) apresenta as principais funcionalidades do sistema proposto e como elas se relacionam com os dois perfis de usuários identificados: Aluno e Administrador. O aluno pode realizar o *login*, visualizar o prato do dia, confirmar se irá se alimentar e, ao final, encerrar a sessão. Já o administrador possui acesso a funcionalidades adicionais como o cadastro de refeições, visualização das confirmações feitas pelos alunos, geração de relatórios, cadastro de novos usuários e *logout* do sistema. O diagrama evidencia claramente a separação de responsabilidades entre os perfis de acesso, garantindo segurança e usabilidade na aplicação. Essa representação também orientou a implementação das rotas e das permissões no *backend* do sistema.

3.7.3 Arquitetura da aplicação

A Arquitetura do sistema é baseada em três camadas: apresentação (interfaces *web*), lógica de aplicação (*Flask/Python*) e persistência de dados (*MySQL*). A Figura 3 apresenta uma visão geral do fluxo de informações e da interação entre os componentes.

Figura 3– Arquitetura geral da aplicação



Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 3 apresenta a arquitetura geral da aplicação desenvolvida, organizada segundo o modelo de três camadas: Interface Web, Lógica da Aplicação (*Flask*) e Banco de Dados (*MySQL*). A camada de interface é composta por tecnologias como *HTML*, *CSS*, *JavaScript* e *Jinja2*, sendo responsável pela interação entre o usuário e o sistema. A camada intermediária, construída com o *microframework Flask* em *Python*, contém as rotas (*controllers*), regras de negócio, validação dos dados e a lógica de comunicação com o banco de dados. Por fim, a camada de persistência é representada pelo banco relacional *MySQL*, onde estão armazenadas as informações dos usuários, refeições e confirmações. Essa estrutura modular garante maior organização do código, facilidade de manutenção e possibilidade de evolução futura do sistema, especialmente em contextos com recursos computacionais limitados.

3.8 DETALHES DA IMPLEMENTAÇÃO COM FLASK

Esta subseção descreve a organização interna da aplicação, suas rotas principais, componentes e interações entre o backend, o banco de dados e a interface web, com base no uso do *microframework Flask*.

A aplicação foi desenvolvida utilizando o *microframework Flask*, por sua leveza, simplicidade e alta compatibilidade com bibliotecas do ecossistema *Python*. A estrutura do projeto seguiu uma organização modular, com os arquivos principais separados em diretórios específicos, facilitando a manutenção e a escalabilidade do

sistema.

O arquivo *app.py* funciona como ponto de entrada da aplicação. Nele estão definidas as principais rotas do sistema, como */login*, */solicitacao*, */admin*, entre outras. A renderização das páginas *HTML* é realizada por meio do mecanismo de templates *Jinja2*, integrado ao *Flask*, permitindo o envio de dados do *backend* para a interface de forma dinâmica.

A autenticação dos usuários foi implementada com base no tipo de perfil (*admin* ou aluno), definido na tabela *usuarios*. A partir disso, o sistema controla o acesso às funcionalidades específicas de cada tipo de usuário. Por exemplo, o administrador pode acessar as rotas de cadastro de refeições e geração de relatórios, enquanto o aluno possui acesso apenas à confirmação se irá consumir a refeição e visualização do cardápio.

A interação com o banco de dados *MySQL* foi realizada utilizando a biblioteca *Flask-SQLAlchemy*, que provê uma camada *ORM* (*Object Relational Mapping*) para facilitar o mapeamento entre classes *Python* e tabelas *SQL*. Isso simplifica operações como criação, leitura, atualização e exclusão de registros (*CRUD*), além de manter o código mais limpo e legível.

A aplicação foi executada localmente em ambiente de testes, com auxílio do servidor embutido do *Flask*. Foram utilizados *HTML* e *CSS* para a estilização da interface, além de *scripts* em *JavaScript* para interações simples no *frontend*. O sistema foi validado com dados simulados, confirmando a integração correta entre interface, lógica de aplicação e banco de dados. A Figura 4 apresenta a estrutura de diretórios do projeto, evidenciando a separação entre os arquivos de lógica, interface, configurações e banco de dados, o que contribui para uma melhor organização e manutenibilidade do código.

Figura 4– Estrutura de diretórios da aplicação Flask desenvolvida



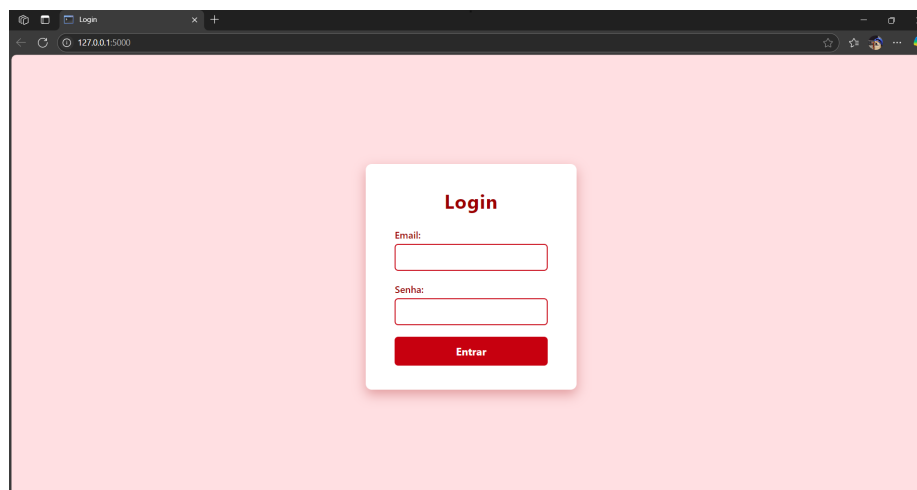
Fonte: elaborado pelo autor

3.9 SCREENSHOTS E FUNCIONAMENTO GERAL

Nesta subseção são apresentadas capturas de tela da aplicação *web* desenvolvida, com o objetivo de demonstrar suas principais funcionalidades e o fluxo de uso pelos diferentes perfis de usuários.

A Figura 5 mostra a tela de login, onde o usuário informa seu e-mail e senha para acessar o sistema. Dependendo do perfil, o usuário será redirecionado para a interface correspondente.

Figura 5 – Tela de login do sistema



Fonte: elaborado pelo autor

Na Figura 6, visualiza-se a interface do aluno, onde é possível consultar o prato do dia e registrar sua intenção de consumir a refeição.

Figura 6 – Tela de solicitação do aluno



Fonte: elaborado pelo autor

As imagens 7, 8 e 9 representam a área administrativa da aplicação, que concentra as funcionalidades exclusivas do perfil de administrador. Nela, é possível cadastrar novas refeições, cadastrar novos usuários, visualizar os registros de confirmação feitos pelos alunos e gerar relatórios diários com base nos dados armazenados. A divisão em múltiplas imagens visa contemplar a totalidade da interface administrativa.

Figura 7 – Área administrativa - parte 1: cadastro de refeições

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '127.0.0.1:5000/admin'. The page title is 'Área Administrativa'. The main content area has a light pink background. In the center, there is a white card with a red header 'Área Administrativa'. Below the header, there are two sections. The first section is titled 'Cadastro da Refeição' and contains a form with two input fields: 'Data:' with a placeholder 'dd/mm/aaaa' and a calendar icon, and 'Prato:'. Below these fields is a red 'Cadastrar' button. The second section is titled 'Cadastro de Usuário' and contains a form with a 'Nome de usuário:' input field.

Fonte: elaborado pelo autor

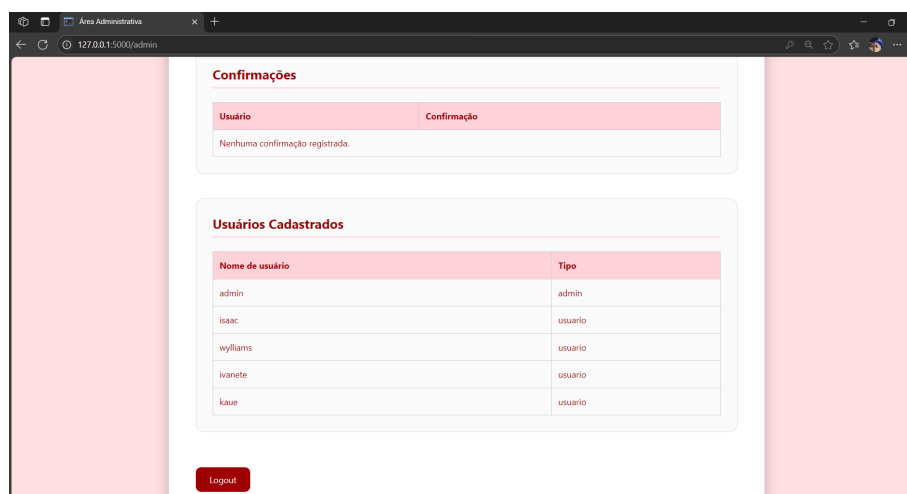
Figura 8 – Área administrativa - parte 2: cadastro de usuários

The screenshot shows the same web browser window as Figure 7. The page title is 'Área Administrativa'. The main content area has a light pink background. In the center, there is a white card with a red header 'Área Administrativa'. Below the header, there are two sections. The first section is titled 'Cadastro de Usuário' and contains a form with three input fields: 'Nome de usuário:', 'Senha:', and 'Tipo:'. The 'Tipo:' field is a dropdown menu with 'Usuário' selected. Below these fields is a red 'Cadastrar' button. The second section is titled 'Refeição de Hoje' and contains a table with three columns: 'Data', 'Prato', and 'Total "Sim"'. The table has one data row.

Data	Prato	Total "Sim"
2025-06-08	Baião de Dois, Frango grelhado e salada.	0

Fonte: elaborado pelo autor

Figura 9 – Área administrativa - parte 3: confirmações e usuários cadastrados



Fonte: elaborado pelo autor

3.10 TESTES COM DADOS SIMULADOS

Nesta subseção, descreve-se a aplicação de testes com dados fictícios, realizados com o objetivo de avaliar o funcionamento das funcionalidades implementadas, a integração entre os módulos do sistema e a usabilidade da aplicação. Para validar o sistema desenvolvido, foram inseridos dados simulados nas tabelas de usuários, refeições e confirmações. Os testes abrangeram todas as funcionalidades essenciais da aplicação, como *login*, registro de intenção de consumo, visualização do cardápio, cadastro de refeições e geração de relatórios. Os dados foram manipulados diretamente no banco de dados *MySQL* acessados por meio da interface *web* construída com *Flask*.

A Figura 10 apresenta a tela de solicitação de refeição preenchida com dados fictícios por um usuário. A interface foi projetada para ser acessível e clara, permitindo ao aluno registrar sua intenção de consumo com poucos cliques.

Figura 10 – Tela de solicitação com dados simulados

Solicitação de Refeição

Data: 2025-06-08

Prato do dia: Bailão de Dois, Frango grelhado e salada.

☒ Sim ☐ Não

Confirmar

Confirmação 'Sim' registrada com sucesso.

Logout

Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 11 mostra um exemplo do relatório gerado na área administrativa com base nos dados de confirmação. Esse recurso permite à equipe gestora acompanhar a quantidade de refeições solicitadas por dia, facilitando o planejamento da produção no refeitório.

Figura 11 – Relatório gerado com dados simulados

Refeição de Hoje

Data	Prato	Total "Sim"
2025-06-08	Bailão de Dois, Frango grelhado e salada.	7

Confirmações

Usuário	Confirmação
pedro.henrique	Sim
joao.pedro	Sim
maria.helena	Sim
lara.sofia	Sim
enzo.gustavo	Sim
carlos.eduardo	Sim
juliana.rocha	Sim

Fonte: elaborado pelo autor

Durante os testes, foram avaliados os seguintes critérios:

- Autenticação de usuários com diferentes perfis (*admin* e *aluno*);
- Exibição correta do prato do dia conforme o cadastro feito;
- Registro único da intenção de consumo (evitando duplicidade);

- Geração de relatórios com dados consistentes;
- Integração entre frontend, backend e banco de dados.

Participação da comunidade escolar. Após a conclusão dos testes técnicos, o sistema foi apresentado à comunidade escolar. A demonstração envolveu a equipe gestora da Escola Arthur Gonçalves, os profissionais da cozinha e alguns alunos do ensino médio. A recepção foi bastante positiva, com reconhecimento da relevância da proposta para o cotidiano da escola.

A Figura 12 mostra o momento da apresentação para a direção, enquanto a Figura 13 registra a interação com os alunos e a equipe do refeitório.

Figura 12 – Apresentação do sistema à equipe gestora da escola



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 13– Apresentação do sistema a alunos e equipe do refeitório



Fonte: arquivo pessoal do autor

Essa simulação prática demonstrou a aplicabilidade da solução em um cenário real, ainda que em fase de testes, e evidenciou o potencial de impacto da ferramenta no cotidiano da escola.

Limitações observadas: Por se tratar de um protótipo, a aplicação ainda não foi implantada em ambiente de produção definitivo. No entanto, os testes simulados e a validação junto à comunidade escolar indicaram o bom funcionamento do sistema e sua viabilidade para adoção futura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IMPACTO ESTIMADO NA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO

Nesta subseção, discute-se o impacto potencial da implementação do sistema desenvolvido, com base nos resultados obtidos nos testes simulados e na receptividade observada durante a apresentação à comunidade escolar.

Embora o sistema ainda não tenha sido implantado em ambiente real de produção, os testes com dados simulados indicaram um potencial relevante para a

otimização do planejamento alimentar. A centralização das informações de presença e intenção de consumo permite à equipe do refeitório obter previsões mais precisas sobre a quantidade de refeições a serem preparadas, reduzindo a produção excedente.

A apresentação do sistema à equipe gestora, profissionais da cozinha e alunos da Escola Arthur Gonçalves reforçou essa percepção: todos os envolvidos relataram que o uso da ferramenta poderia simplificar as rotinas diárias e evitar a repetição de etapas manuais, como a contagem presencial em sala e o repasse informal de informações. A possibilidade de registrar digitalmente a intenção de consumo foi vista como uma solução eficiente e aplicável à realidade da escola.

Com base na literatura e em estudos de soluções semelhantes, como a Alimentação Escolar Inteligente (AEI), que registrou uma redução de até 50% no desperdício de alimentos em escolas da rede pública, discutido por Lemobs (2023), estima-se que a adoção da ferramenta proposta neste trabalho possa gerar impactos positivos na gestão alimentar da instituição.

Portanto, mesmo sem dados quantitativos reais neste momento, os indícios qualitativos levantados durante a validação da aplicação sugerem que sua implementação poderá contribuir diretamente para a redução do desperdício de alimentos, para o uso mais racional dos recursos públicos e para a melhoria da organização do refeitório escolar.

4.2 ANÁLISE DO USO DO SISTEMA (MESMO QUE EM SIMULAÇÃO)

Esta subseção apresenta uma análise do funcionamento e da usabilidade do sistema com base nos testes realizados em ambiente simulado e na recepção do público-alvo durante a apresentação institucional.

Durante os testes com dados simulados, o sistema demonstrou estabilidade, desempenho satisfatório e correta integração entre os módulos. As funcionalidades essenciais — como cadastro de refeições, autenticação de usuários, registro de intenções de consumo e geração de relatórios — operaram conforme esperado, sem erros ou falhas durante a execução local.

Do ponto de vista da usabilidade, a interface foi considerada clara e de fácil navegação, especialmente por usuários com pouca familiaridade com sistemas computacionais. A aplicação apresentou bom tempo de resposta e organização

lógica das funcionalidades, o que favorece seu uso em ambientes escolares com limitações de infraestrutura ou conectividade.

A validação com a comunidade escolar também reforçou a percepção de utilidade e aplicabilidade do sistema. A equipe gestora, os profissionais do refeitório e os alunos participantes identificaram que a ferramenta atenderia bem à rotina da escola e reduziria etapas operacionais não automatizadas que consomem tempo e geram inconsistência de informações.

Ainda que o sistema não tenha sido testado em operação contínua com dados reais, os resultados da simulação e a análise funcional indicam que ele cumpre seu propósito técnico e social, podendo ser adaptado e escalado para contextos semelhantes com poucos ajustes.

Tabela 4 – Resumo da análise do uso do sistema em simulação

Aspecto Avaliado	Observações
Estabilidade da aplicação	O sistema funcionou sem falhas durante os testes locais, com comportamento consistente entre as funcionalidades
Usabilidade	Interface clara, simples e acessível; usuários demonstraram facilidade na navegação e compreensão das ações
Integração de dados	Comunicação eficaz entre frontend, backend e banco de dados, com persistência correta das informações
Aceitação da comunidade escolar	A equipe da escola considerou a proposta relevante e viável para aplicação no cotidiano institucional
Potencial de replicação	Sistema adaptável a outras escolas públicas com infraestrutura limitada, devido à leveza e modularidade

Fonte: elaborado pelo autor

4.3 DEPOIMENTOS DA COMUNIDADE ESCOLAR

Nesta subseção, são apresentados relatos colhidos durante a apresentação do sistema à equipe da Escola Arthur Gonçalves, com o intuito de registrar as percepções da comunidade escolar sobre a utilidade, aplicabilidade e relevância da solução proposta. Os trechos abaixo representam falas espontâneas de diferentes participantes.

"Fiquei muito feliz em ver o empenho de um aluno tentando trazer uma ideia inovadora para nossa escola. Essa proposta resolve um problema antigo e ainda vai economizar muito tempo da nossa equipe, tirando aquela rotina manual do

refeitório." – Secretária de Educação.

"Achei o sistema incrível! Seria um avanço enorme, tanto na parte tecnológica quanto na organização da escola. Estou à disposição para ajudar no que for necessário."
– Diretora da escola.

"Gostei demais da ideia, principalmente porque é um sistema simples, mas que pode ajudar muito. A gente pode até ter uma dificuldade no começo, mas dá pra se adaptar sim. Inclusive, queria saber se um dia dá pra usar ele também pro lanche, não só pro almoço." – Profissional do refeitório.

"Eu achei muito legal a proposta! Seria ótimo ver esse tipo de tecnologia fazendo parte da nossa rotina na escola. Fiquei curioso também com a parte técnica do projeto, quis até perguntar como foi feito." – Aluno da turma de Desenvolvimento de Sistemas.

4.4 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE REPLICAÇÃO

Esta subseção analisa o potencial de replicação da solução desenvolvida em outras instituições públicas de ensino, considerando aspectos como custo, acessibilidade, adaptabilidade e infraestrutura mínima necessária.

O sistema proposto neste trabalho foi desenvolvido com foco em acessibilidade, leveza e simplicidade tecnológica, características fundamentais para a adoção em ambientes com infraestrutura limitada. Por ser baseado no *microframework Flask*, construído em *Python*, e utilizar o banco de dados *MySQL*, trata-se de uma solução de código aberto, sem custos de licenciamento e com ampla documentação disponível.

Durante o processo de desenvolvimento e validação, foi possível constatar que o sistema pode ser executado localmente em computadores convencionais, sem a necessidade de servidores dedicados ou conexão contínua com a internet. Essa característica amplia sua viabilidade em escolas que não dispõem de infraestrutura

tecnológica avançada. Além disso, o uso de tecnologias populares e bem documentadas facilita a replicação por técnicos e professores com conhecimento básico em desenvolvimento *web*.

O interesse demonstrado pela equipe da Escola Arthur Gonçalves reforça a aplicabilidade do sistema. A possibilidade de customizar a aplicação conforme a rotina e o calendário escolar de cada instituição também amplia seu escopo de utilização. De forma semelhante a outras iniciativas tecnológicas, como o sistema AEI ou o *SisRest*, a proposta aqui apresentada pode ser replicada com relativa facilidade, desde que exista o mínimo de apoio técnico local para implantação e manutenção.

Portanto, conclui-se que a aplicação é viável para replicação em outras escolas da rede pública, especialmente aquelas que enfrentam desafios relacionados à gestão da alimentação escolar e não dispõem de ferramentas digitais para planejamento e controle de refeições.

4.5 CONCLUSÃO

Nesta subseção, apresentam-se as principais conclusões obtidas com a realização do projeto, à luz dos objetivos traçados e dos resultados alcançados.

Este trabalho teve como objetivo principal desenvolver e validar um protótipo de sistema web voltado para a otimização da alimentação escolar em uma instituição pública de ensino. A proposta surgiu da observação de um problema recorrente: o desperdício de alimentos resultante da ausência de um controle sistemático sobre a quantidade de alunos que se alimentam diariamente.

A aplicação, construída com o *microframework Flask* e banco de dados *MySQL*, demonstrou-se funcional e tecnicamente viável durante os testes com dados simulados. O sistema permitiu o registro antecipado da intenção de consumo, a geração de relatórios de apoio à gestão e a organização das informações de forma digital, substituindo processos manuais e sujeitos a falhas.

A apresentação à comunidade escolar reforçou a relevância da proposta. A aceitação positiva por parte da equipe gestora, dos profissionais do refeitório e dos alunos indicou que o sistema atende às necessidades reais da escola, sendo uma solução de fácil compreensão e aplicabilidade.

Além da contribuição prática, o trabalho também demonstrou como a

engenharia de *software* pode ser aplicada de forma acessível e eficiente para resolver problemas sociais, especialmente em contextos com recursos limitados. A adoção de tecnologias abertas, a estrutura modular e a clareza do código tornam o sistema passível de replicação em outras instituições com perfis semelhantes.

Conclui-se, portanto, que o protótipo desenvolvido tem potencial para promover uma gestão mais racional da alimentação escolar, contribuindo para a redução do desperdício de alimentos, a melhoria na alocação de recursos públicos e o fortalecimento da cultura de planejamento nas escolas.

4.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Esta subseção apresenta as principais limitações observadas durante o desenvolvimento do projeto, contribuindo para uma avaliação mais realista de seus resultados e possibilidades de aplicação.

Apesar dos resultados promissores obtidos durante os testes simulados e da boa receptividade da comunidade escolar, o sistema desenvolvido não foi implantado em ambiente de produção contínua. Dessa forma, não foi possível mensurar quantitativamente o impacto da aplicação sobre a redução do desperdício alimentar ao longo do tempo.

Outra limitação observada refere-se à ausência de um módulo específico para integração com bases de dados institucionais — como matrículas ou registros de presença escolares — o que exigiria etapas adicionais de implantação em ambientes mais estruturados.

Além disso, por tratar-se de um projeto individual e de escopo acadêmico, o sistema foi testado em ambiente local, o que limita a análise de aspectos como desempenho em servidores remotos, escalabilidade e segurança em produção.

Essas limitações não comprometem a validade dos resultados obtidos, mas indicam caminhos relevantes para aprimoramento e aprofundamento em iniciativas futuras.

4.7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta subseção apresenta possíveis caminhos para a continuidade e o aprimoramento do sistema desenvolvido, com base nas limitações identificadas e nas oportunidades observadas ao longo do projeto.

Dentre as possibilidades de continuidade deste trabalho, destaca-se a implantação e monitoramento do sistema em ambiente real de produção. A observação do comportamento da aplicação ao longo de um período letivo completo permitiria a coleta de dados quantitativos sobre a redução efetiva do desperdício de alimentos, possibilitando análises estatísticas mais robustas.

Outra sugestão consiste na criação de um painel administrativo mais avançado, com gráficos em tempo real e alertas automatizados para auxiliar na tomada de decisões pela equipe gestora. A integração com bases de dados institucionais — como matrículas ou controle de frequência — também representa um avanço importante, permitindo maior automação no planejamento das refeições.

Adicionalmente, a implementação de funcionalidades como envio de notificações, autenticação com múltiplos perfis (ex: pais ou responsáveis), e geração automática de relatórios para prestação de contas junto aos órgãos gestores da alimentação escolar poderia ampliar o alcance e a aplicabilidade do sistema.

Por fim, recomenda-se o estudo da replicação da aplicação em outras instituições com perfis distintos, como escolas urbanas de maior porte ou unidades em áreas rurais, a fim de verificar a adaptabilidade da solução a diferentes contextos e necessidades.

REFERÊNCIAS

- ASSUNÇÃO, B. **Desperdício de alimentos em escolas públicas**. Faculdade Laboro, 2022. Disponível em: <https://laboro.edu.br/blog/desperdicio-de-alimentos-em-escolas-publicas/>. Acesso em: 31 maio 2025.
- BAHGAT, A. **Qual é o melhor framework Python para você?** Kinsta, 2023. Disponível em: <https://kinsta.com/pt/blog/flask-vs-django/>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- BARBOSA, R.; FIGUEIREDO, C. Aplicações web e a inovação na gestão pública: Um estudo em escolas municipais. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**. 2022. p. 112–121. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/cbie/issue/view/1001>. Acesso em: 20 maio 2025.
- BEZERRA, E. **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. ISBN 9788535261820.
- BRASIL. Agência Brasileira de Cooperação (ABC). **Alimentação escolar: educação, saúde e desenvolvimento — do Brasil para o mundo**. Brasília: Agência Brasileira de Cooperação, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/abc/pt-br/assuntos/noticias/alimentacao-escolar-educacao-saude-e-desenvolvimento-do-brasil-para-o-mundo>. Acesso em: 10 maio 2025.
- BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)**. Gov.br, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pnae>. Acesso em: 20 maio 2025.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de orçamentos familiares: 2017-2018: análise da segurança alimentar no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 59 p. (Coleção Ibgeana). ISBN 9786587201207. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101749>. Acesso em: 28 mai. 2025.
- BRASIL. Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. **Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola**. Brasília, DF: Presidência da República, 2009.
- BRASIL. Observatório Nacional dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS Brasil). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12: Consumo e Produção Responsáveis**, 2024. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=12>. Acesso em: 10 maio 2025.
- CARDOSO, R. **Flask Python: o que é, como funciona e quando usar**. Locaweb Blog, 2023. Disponível em: <https://www.locaweb.com.br/blog/temas/codigo-aberto/flask-phyton-o-que-e/flask-phyton-o-que-e/>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- FLASK-SQLALCHEMY. **Flask SQLAlchemy**, 2023. Disponível em: <https://flask-sqlalchemy.readthedocs.io/en/stable/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Food and Agriculture 2019: moving forward on food loss and waste reduction**. Rome: FAO, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2019/en/>. Acesso em: 20 maio 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. ISBN 9788597012613.

GRINBERG, M. **Flask Web Development: Developing Web Applications with Python**. 1. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2014. Disponível em: https://coddyschool.com/upload/Flask_Web_Development_Developing.pdf. Acesso em: 01 jun. 2025.

LOPES, Odimógenes Soares; LIMA, Marina Vasconcelos Almeida. O sistema de acesso ao restaurante institucional do Instituto Federal do Piauí – Campus Floriano. In: **Experiências exitosas da Reditec 2018: trabalhos premiados**. Campos dos Goytacazes: Editora Essentia, 2018. p. 17–39. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/livros/article/view/14484/11789>. Acesso em: 24 out. 2025.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES (IBM). **Jinja2 templates overview**. IBM Documentation, 2023. Disponível em: https://www.ibm.com/docs/pt-br/qsip/7.4?topic=SS42VS_SHR/com.ibm.appfw.doc/cppframework_Jinja2Tmpls.html. Acesso em: 01 jun. 2025.

LEMOBS. **Alimentação Escolar Inteligente (AEI)**. Lemobs, 2023. Disponível em: <https://lemobs.com.br/nossos-cases/alimentacao-escolar-inteligente-nas-escolas-indigenas-de-dourados-ms/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

LUIZA, M. **Por que você deve aprender Python**. Dio, 2023. Disponível em: <https://www.dio.me/articles/por-que-voce-deve-aprender-python-d4b34c8f3437>. Acesso em: 01 jun. 2025.

MICROSOFT CORPORATION. **Visual Studio Code: Language Overview**. 2023. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/docs/languages/overview>. Acesso em: 01 jun. 2025.

NAGAR, T. Flask vs PHP: **Which One Should You Choose?**. DevTechnsys, 2023. Disponível em: <https://devtechnosys.com/insights/tech-comparison/flask-vs-php/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

NIELD, D. **Introdução ao desenvolvimento web com Python e Flask**. São Paulo: Altabooks, 2020. ISBN 9788576089781.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019. ISBN 9788543009980.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **A alimentação escolar no combate ao desperdício de alimentos**. As Nações Unidas no Brasil, 2024. Disponível em:

<https://brasil.un.org/pt-br/281188-artigo-alimenta%C3%A7%C3%A3o-escolar-no-combate-ao-desperd%C3%ADcio-de-alimentos>. Acesso em: 20 maio 2025.

OXFAM BRASIL. **Desperdício de alimentos**: entenda suas consequências. São Paulo: Oxfam Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/blog/desperdicio-de-alimentos-entenda-suas-consequencias/>. Acesso em: 31 maio 2025.

PALLETSPROJECTS. **Flask documentation (stable)**. 2024. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/>. Acesso em: 20 maio 2025.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill Brasil, 2016. ISBN 9788580554966.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Food Waste Index Report 2021**. Nairobi: UNEP, 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>. Acesso em: 20 maio 2025.

QEDU. **Dados educacionais**: U. E. Arthur Gonçalves de Sousa. 2024. Disponível em: <http://cdn.novo.qedu.org.br/escola/22132597-u-e-artur-goncalves-de-sousa/>. Acesso em: 10 mai. 2025.

ROMANOWSKI, J. **Qual é o melhor banco de dados para pequenos projetos?**. LearnSQL.com.br, 2023. Disponível em: <http://learnsql.com.br/blog/qual-e-o-melhor-banco-de-dados-para-pequenos-projetos/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

SILVA, G. O. F. da; PEREIRA, P. dos S.; LIMA, R. B. de. **SisRest**: um sistema web para o Restaurante Estudantil do IFPB. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/3322>. Acesso em: 20 maio 2025.

SILVA, M. A.; COSTA, J. P. A ética no combate ao desperdício de alimentos em instituições públicas. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 10, n. 2, p. 55–67, 2020.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 9788576059243.

SOUZA, L. D. C. *et al.* Avaliação do desperdício alimentar em escolas públicas do Brasil: uma revisão integrativa. **Revista Diálogos & Ciência**, Fluxo Contínuo, v. 3, n. 1, p. 46–61, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unifc.edu.br/index.php/dialogoseciencia/article/view/248>. Acesso em: 01 jun. 2025.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016. ISBN 978859700150

