TagVálida: Desenvolvimento De Um Sistema De Etiquetagem com Visão Computacional Para Pequenas Empresas Alimentícias

Milena Rickli Silvério Kriger[1], Giovane Galvão[1]

[1]Centro Universitário Campo Real

Rua Comendador Norberto, 1299 - Santa Cruz – Guarapuava – PR – Brasil

{engs-milenasilverio@camporeal.edu.br, prof_giovanegalvao@camporeal.edu.br}

Resumo

Em empresas do setor alimentício, sobretudo pequenos e médios estabelecimentos que armazenam produtos em *freezer* ou os expõem em vitrines, enfrentam desafios relacionados ao controle de validade, rastreabilidade e organização do estoque. A maioria desses processos ainda são realizados de forma informal, com etiquetas improvisadas ou até na ausência total de registros, o que pode gerar erros, desperdício de alimentos e dificuldades em seguir às normas sanitárias vigentes. Diante do exposto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de etiquetagem para pequenos negócios do setor alimentício que permite a geração de etiquetas, o gerenciamento da validade e do estoque de forma automatizada. Como inovação, o sistema agrega um módulo de visão computacional que prevê o estado de conservação de alimentos por meio de imagens, classificando-os em bom, alerta ou vencido. O sistema foi coordenado por meio da metodologia de *Design Thinking* para definição do problema e ideação da solução, e seguiu práticas ágeis com *Sprints* para a implementação progressiva do *software*. A solução computacional foi desenvolvida utilizando *Flutter* para a interface e integração com o banco de dados local e em nuvem, além da utilização do modelo YOLOv8 para treinamento da rede de visão computacional responsável pela análise das imagens dos alimentos. A validação do sistema ocorreu por meio de testes funcionais e experimentos com imagens reais dos produtos, permitindo avaliar a capacidade e eficiência do modelo. Os resultados indicam potencial para reduzir o desperdício de alimentos, aumentar a segurança alimentar e otimizar processos internos.

Palavras-chave: Etiquetagem inteligente. Controle de validade. Gestão de estoque. Visão Computacional.

Abstract

Food companies, especially small and medium-sized establishments that store products in freezers or display them in showcases, face challenges related to expiration date control, traceability, and inventory organization. Most of these processes are still carried out informally, with improvised labels or even in the total absence of records, which can lead to errors, food waste, and difficulties in complying with current health regulations. In view of the above, this work presents the development of a labeling system for small businesses in the food sector that allows for the automated generation of labels and the management of expiration dates and inventory. As an innovation, the system adds a computer vision module that predicts the state of food preservation through images, classifying them as good, alert, or expired. The system was coordinated using the Design Thinking methodology to define the problem and devise the solution, and followed agile practices with Sprints for the progressive implementation of the software. The computational solution was developed using *Flutter* for the interface and integration with the local and cloud database, in addition to using the YOLOv8 model to train the computer vision network responsible for analyzing food images. The system was validated through functional tests and experiments with real product images, allowing the model's capacity and efficiency to be evaluated. The results indicate potential for reducing food waste, increasing food safety, and optimizing internal processes.

Keywords: Intelligent labeling. Expiration control. Inventory management. Computer vision.

1. Introdução

A segurança dos alimentos é um conjunto de práticas e normas que tem como objetivo garantir que os mesmos sejam de qualidade para o consumo humano. Os produtores, em específico, devem seguir as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e monitorar constantemente os produtos (MACHADO; DUTRA; PINTO, 2015).

Uma boa prática de fabricação dos produtos que os produtores, aqueles que se encarregam de fazer o alimento, devem seguir é etiquetar alimentos, com nome, data de fabricação e data de validade (BRASIL, 2004). Com isso, é possível identificar os produtos armazenados, controlar datas de validade, avaliar a vida útil do alimento e evitar contaminações (BUZINARO; GASPAROTTO, 2019). Porém, muitas vezes em pequenas e médias empresas esse controle é feito de forma informal, com etiquetas improvisadas, cadernos ou até na ausência total de registros. E isso acarreta em diversos problemas para a empresa, que prejudica principalmente a segurança dos alimentos (MACHADO, 2022).

Não identificar da forma correta os produtos pode provocar diversos impactos negativos para as empresas alimentícias. Entre eles, destaca-se a perda de alimentos por vencimento, levando a prejuízos financeiros e a dificuldade na localização dos produtos, em razão da desorganização do *freezer*. Além disso, a falta de rastreabilidade impede ações corretivas em caso de contaminação, enquanto a desconformidade com as normas da vigilância sanitária pode originar multas e advertências a empresa. Outro problema recorrente é a perda de tempo da equipe que precisa anotar as informações do produto manualmente e repetir esse processo várias vezes. Somando a isso, a falta de transparência com o consumidor não dá a certeza se o alimento foi produzido e armazenado da maneira correta (MACHADO, 2022; ANVISA, 2025).

Portanto, torna-se necessário a elaboração de uma solução prática e acessível a pequenas e médias empresas que auxilie na etiquetação dos produtos, a fim de garantir as boas práticas de fabricação e um alimento seguro ao cliente, diminuindo o risco à saúde do consumidor e aumentando a confiança na empresa. O processo automatizado de geração de etiquetas facilita o acompanhamento das informações de produção, validade e rastreabilidade, reduzindo a probabilidade de erros humanos e auxiliando na identificação rápida de problemas (MACHADO, 2005). Além de proporcionar melhor organização, evitar desperdícios de alimentos, facilitar a produção, garantir a conformidade legal e contribuir financeiramente para a empresa.

O objetivo principal do trabalho é desenvolver uma solução computacional que automatize o processo de etiquetagem e controle de validade dos produtos armazenados em *freezers* e expostos em balcão, visando melhorar a organização interna, reduzir desperdícios, gerir o estoque, garantir a rastreabilidade e assegurar conformidade com as normas da vigilância sanitária.

Os objetivos específicos consistem em projetar um sistema simples e intuitivo, com fluxo de usuário adaptado à rotina de trabalho, permitindo a criação de etiquetas diferenciadas para produtos armazenados em *freezer* e produtos de exposição. Da mesma forma, busca-se otimizar o processo de controle de validade, possibilitando rastreabilidade por lote e contribuindo para um gerenciamento do estoque de forma estratégica. O trabalho ainda propõe um modelo de visão computacional para previsão do estado de conservação de produtos por imagem. Por fim, pretende-se testar a solução em um ambiente real de panificadora e garantir as conformidades com as normas da vigilância sanitária.

Ao longo deste texto foi observado a importância do tema, o problema que se apresenta, a proposta de solução, seus objetivos, bem como a sua justificativa para seu

desenvolvimento. Para o restante do trabalho, foi organizado o referencial teórico, com os estudos e conceitos chaves sobre o tema, para fortalecer o projeto. Em seguida, será apresentado o estado da arte, que mapeará e analisará o que já foi produzido sobre o tema em questão. Por fim, será apresentado a Metodologia, os Resultados e a Conclusão, destinados à finalização do projeto.

2. Referencial Teórico

Esta seção aborda as normas da vigilância sanitária que se aplicam a etiquetagem, as boas práticas de fabricação, pequenas empresas e o desperdício de alimentos e sobre a inteligência artificial no ramo alimentício. Em seguida, será apresentado as tecnologias que serão utilizadas para o desenvolvimento do projeto em questão.

2.1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

Em 26 de janeiro de 1999, a agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) foi criada com o objetivo de proporcionar saúde a população ao fazer o regulamento e fiscalização de produtos e serviços relacionados a vigilância sanitária, como medicamentos, alimentos e cosméticos, e assim garantir a qualidade, segurança e eficácia (ANVISA, 2025). E ao longo dos anos seguintes a ANVISA vem publicando regulamentos sobre o tema, como a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 275 (BRASIL, 2002) e a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 216 (BRASIL, 2004).

A RDC n° 275 resolução da ANVISA de 2002, determina os Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) e a lista de verificação das BPFs para empresas do setor alimentício. Na sua lista de verificação, para rotulagem e armazenamento, é necessário que os dizeres de rotulagem estejam com identificação visível e de acordo com a legislação vigente. O produto final, se acondicionado em embalagens, devem ser adequadas e íntegras, os alimentos armazenados devem ser separados por tipo ou grupo, sobre estrados distantes do piso, ou sobre paletes, bem conservados e limpos ou sobre outro sistema aprovado, afastados das paredes e distantes do teto de forma a permitir apropriada higienização, iluminação e circulação de ar (BRASIL, 2002).

E a RDC n° 216 resolução da ANVISA de 2004 estabelece as BPFs que devem ser seguidas pelos estabelecimentos do Brasil. Em uma de suas pautas diz:

> 4.9.1 Os alimentos preparados mantidos na área de armazenamento ou aguardando o transporte devem estar identificados e protegidos contra contaminantes. Na identificação deve constar, no mínimo, a designação do produto, a data de preparo e o prazo de validade.

Caso o fiscal, ao visitar o estabelecimento, encontrar alguma incoerência, ele entregará uma notificação com o que foi encontrado e um prazo para fazer as mudanças necessárias. Quando o caso é grave, é permitido ao fiscal interditar o local imediatamente. Se o estabelecimento não fizer as alterações dentro do prazo estabelecido, a vigilância pode sancionar e multar o local. E conforme o tempo, se multas não pagas e visitas novamente sem mudanças, a vigilância pode enviar novas multas e iniciar o fechamento do estabelecimento (ANVISA, 2025).

2.1.1. Boas Práticas de Fabricação (BPF)

Como já mencionado anteriormente, órgãos como a ANVISA e o Ministério da Agricultura e do Abastecimento exigem por lei e regulamentam as BPFs, lista com hábitos de higiene e controle a serem seguidos por aqueles que lidam com a matéria-prima até o produto final, a fim de garantir a qualidade e a segurança dos alimentos.

Não se atentar a segurança dos alimentos gera sérios problemas de saúde pública, perdas econômicas e impactos sociais (CUNHA; MAGALHÃES; BONNAS, 2012). No livro "Microbiologia da Segurança dos Alimentos" de Forsythe (2013), o autor traz as mais diversas doenças por problemas com qualidade e segurança dos alimentos, como por exemplo: salmonelose, hepatite A, toxoplasmose, listeriose, botulismo, gastroenterite por norovírus e intoxicação por Staphylococcus aureus.

De acordo com o documento de BPF escrito pela empresa Embrapa (2015), pode-se analisar que o desenvolvimento de um sistema de etiquetagem para pequenas empresas alimentícias contribui para as boas práticas de fabricação pois permite que cada alimento seja identificado, ao automatizar a geração de etiquetas com rastreabilidade, faz um controle de validade rigoroso, ao exibir data de fabricação e validade, com alertas caso algum produto esteja vencido ou perto da data de validade, auxilia na organização, mantém todos os registros sobre as etiquetas de forma confiável, facilita os processos, diminui o erro humano, colabora para a segurança dos alimentos, cumpre com as exigências legais da ANVISA e faz a prevenção de desperdícios.

2.2. Pequenas empresas alimentícias no contexto brasileiro e o desperdício de alimentos

De acordo com o Índice Global do Desperdício de Alimentos 2024 do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 1,05 bilhão de toneladas de alimentos

foram descartados no mundo no ano de 2022. No Brasil, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 27 milhões de toneladas de alimentos são descartados anualmente. Em média, cada brasileiro joga fora mais de 41 quilos de comida por ano. E em Guarapuava, Paraná, conforme um estudo feito por Sochodolak (2022), analisando um restaurante *Self-Service*, os alimentos desperdiçados totalizaram R$862,76 mensais, o mesmo que 21,6 kg de comida do buffet, ou seja, em média 45 pessoas a mais poderiam ter se alimentado com o número de sobra ao mês.

As causas para esse total de desperdícios de alimentos se deve a fatores econômicos, políticos, culturais e tecnológicos, que abrangem as principais etapas da cadeia de movimentação: produção, transporte, comercialização, sistema de embalagem e armazenamento (CASTRO, 2002). Na produção e transporte, conforme dados da ONU, ocorre 50% do desperdício, em razão principalmente das condições inadequadas que levam à deterioração de alimentos. Além disso, de acordo com Zaro (2018), na produção e armazenamento, outros problemas, como perdas na colheita, dificuldade na refrigeração e transporte, embalagens inapropriadas, critérios de aparência muito rígidos, falta de comunicação entre produtores e clientes, burocracia e ineficiências nos centros de armazenamento levam ao desperdício de alimentos.

O *site* Econodata contabilizou 167.190 pequenas empresas de Alimentos no Brasil e 1.367 Microempresas de Alimentos no município de Guarapuava, Paraná, incluindo distritos como Entre Rios, Guairacá, Guará, Palmerinha e Pedro Lustosa. E conforme a MORCONE Consultoria Empresarial (NAIA, 2025), os principais problemas que atrapalham o crescimento de pequenas empresas são a rigidez em relação a adoção de novas estratégias, falta de planejamento, gestão financeira desequilibrada, mau gerenciamento do estoque, ausência de inovação, falta de profissionalização da gestão e o pensamento imediatista. E no estudo “Os Desafios Para Gestão De Estoques Em Micro E Pequenas Empresas: Um Estudo De Caso”, realizado pelos estudantes da Faculdade Cenecista de Varginha (OLIVEIRA, 2016), destacou-se que o principal problema é a ausência de departamentos específicos para gerenciamento dos estoques em pequenas empresas.

Deste modo, conclui-se que a metade do desperdício de alimentos ocorre na produção e armazenamento, e para pequenas empresas um dos principais desafios é o gerenciamento do estoque, que leva a prejuízos financeiros e uma das causas para o seu não crescimento no mercado. Assim, o projeto surge como uma solução para proporcionar um melhor controle do estoque e redução dos desperdícios, contribuindo no fortalecimento da competitividade e da sustentabilidade de pequenas empresas do ramo alimentício.

2.3. Inteligência Artificial (IA) e Visão Computacional na Indústria de alimentos

Segundo a Food Connection (2025), um canal de conteúdo revolucionário sobre a cadeia de alimentos e bebidas, empresas que usam ferramentas de inteligência artificial (IA) já melhoraram mais de 20% na produtividade. Na mesma pesquisa, destaca sete vantagens do uso de IA na Indústria de alimentos, são eles: aumento da eficiência, redução de custos, aumento segurança e qualidade alimentar, redução de desperdícios, manutenção preventiva de equipamentos, inovação em produtos e melhora na rastreabilidade de alimentos.

Além disso, a Meegle (2025), uma ferramenta de gerenciamento de projetos, diz que a visão computacional, um ramo da IA que permite que máquinas interpretem dados do mundo real, com o uso de câmeras, sensores e algoritmos pode analisar imagens ou vídeos de produtos alimentícios e assim dizer se há algum defeito, medir dimensões, detectar contaminantes e até mesmo classificar com base na qualidade ou no tipo. A visão computacional oferece velocidade, precisão e escalabilidade incomparáveis aos métodos tradicionais que dependem da inspeção manual (PAIVA, 2025).

Com isso, com o uso da IA e visão computacional para o solução computacional em desenvolvimento é possível proporcionar maior eficiência, com processos de alta precisão, diminuindo erros humanos e garantindo maior produtividade. Reduzirá o desperdício de alimentos, com alertas e informações precisas sobre o vencimento, e assim contribuirá financeiramente com a empresa. Outra vantagem é o aumento da segurança e a qualidade dos alimentos, detectando contaminações e defeitos que podem passar despercebidos pelos olhos humanos.

2.4. Metodologias de Desenvolvimento de *Software*

A metodologia para desenvolvimento escolhida é a metodologia *Scrum*, ferramenta ágil para o gerenciamento de projetos complexos, que se divide em ciclos curtos, chamados *Sprints*. Sua escolha se deve pelo fato de ser fácil de compreender, reduzir erros, permitir entregas mais completas e colaborar para a responsabilidade (CASAGRANDE, 2022). Primeiramente, será feito o *Backlog* do Produto, uma lista com todas as funcionalidades. Então a organização e planejamento das *Sprints*, separação com o que deve ser feito em cada etapa para a finalização do projeto. E com a conclusão de cada *sprint*, haverá a revisão e a retrospectiva da mesma, para garantir a entrega de um *software* de qualidade.

2.5. Arquitetura de *Software*

A arquitetura de *software* será organizada como cliente-servidor com sincronização *offline*. Modelo em que o cliente (exemplo *tablet*) solicita um serviço ou recurso, e o servidor (computador central) responde a solicitação, entregando o recurso. Ela propicia um controle centralizado, mais eficiência, maior segurança, possibilidade de escalabilidade, integração e facilidade de manutenção (NET, 2025).

2.6. Ferramentas e Tecnologias

A solução computacional foi desenvolvida com o *framework Flutter*, integrado com um banco de dados local, o SQLite, e com o banco de dados em nuvem, o Firebase. E o módulo de visão computacional treinado com YOLOv8 e *Python*. Todas as tecnologias envolvidas e suas relações estão representadas na Figura 1.

Escolheu-se *Flutter* para o *Front-end*[1], *framework* de desenvolvimento, pois tem o foco em multiplataforma em dispositivos móveis, alta performance com renderização próxima à nativa, ferramentas fáceis de usar, gratuito, de código aberto, com grande comunidade e documentação de qualidade, interface de usuário personalizável e consistente em todas as plataformas (ALBERTO,2022).

O servidor (*Back-end*[2]) será as Interfaces de Programação de Aplicativos (APIs) para autenticação, operações de manipulação de dados e a inteligência artificial com *Python* e YOLOv8. O *Python*, linguagem de programação, tem sintaxe clara e intuitiva, grande biblioteca, comunidade ativa, versatilidade e facilidade em integração com outras plataformas, importante para projetos complexos de Inteligência Artificial (KINGHOST, 2024). E o YOLOv8, modelo de visão computacional de última geração desenvolvido pela Ultralytics, suporta diversas tarefas, tem maior velocidade e precisão que anteriores, fácil de usar, com documentação clara e escalabilidade (ULTRALYTICS, 2024). O *Dataset*[3] de imagens será feito manual, com produtos da empresa de teste. E para as *bounding box*[4] será utilizado o MakeSense.ai, ferramenta online gratuita para rotular fotos.

---

[1] Refere-se à camada de interface de um sistema ou aplicação, ou seja, a parte com a qual o usuário interage diretamente, incluindo elementos visuais, layout, botões e navegação.
[2] Corresponde à camada responsável pelo processamento interno da aplicação, incluindo regras de negócio, manipulação de dados, comunicação com bancos de dados e execução de lógica no servidor.
[3] Conjunto estruturado de dados utilizados para análise, treinamento ou validação de modelos, especialmente em contextos de inteligência artificial e aprendizado de máquina.
[4] Técnica utilizada em visão computacional para identificar e localizar objetos em imagens, por meio de retângulos que envolvem as regiões onde os objetos estão presentes.

A arquitetura de dados da aplicação foi estruturada de forma híbrida: utiliza-se o SQLite para persistência local dos dados e o Firebase para sincronização em nuvem. O SQLite é um sistema de gerenciamento de banco de dados, com a característica de ser simples, leve, rápido e confiável, ideal para aplicativos móveis (VIEIRA, 2021). O Firebase, plataforma de *Backend-as-a-Service* (BaaS), com infraestrutura de *back-end* pronta para o desenvolvimento de aplicativos, proporciona autenticação segura, armazenamento em nuvem e em tempo real, escalabilidade e desenvolvimento rápido (RIBEIRO, 2023). E o Storage para complementar, permitirá o gerenciamento da mídia em nuvem, fazendo o *upload*, armazenamento, gerenciamento, manipulação, otimização e entrega das imagens, pois é de fácil integração e tem grande desempenho e escalabilidade (FIREBASE, 2026).

As tecnologias físicas necessárias para o desenvolvimento, são estas: um *Tablet* (Android ou IPad), com câmera de qualidade e armazenamento suficiente, uma Impressora Térmica de etiquetas com Kit de Desenvolvimento de *Software* (SDK) para *Flutter* ou suporte via *Bluetooth* ou USB (como Bematech, Elgin, Epson, Sunmi), um roteador para conexão em rede entre a impressora e o *tablet* e papel de etiqueta compatível com a impressora e resiste a *freezer.*

Figura 1 - Fluxo Tecnologias



Fonte: Elaborado pela autora. 2025

2.6.1. Metodologias para avaliação do produto

2.6.1.1. Testes de *Software*

Com a finalização do projeto deve-se testar e avaliar sua usabilidade e eficiência, a fim de garantir um *software* de qualidade, otimização do trabalho, proporcionar a satisfação do cliente, impactar na organização e redução de desperdícios de alimentos. Para isso, serão feitos primeiro testes manuais na interface, com o objetivo de identificar erros.

Posteriormente, serão realizados testes unitários, para verificar cada unidade do sistema, e testes de integração, para confirmar a troca de dados entre *back-end* e *front-end*.

Segundamente, deve-se avaliar o funcionamento da IA conforme métricas, amplamente utilizadas na área de aprendizado de máquina. Para a detecção pretende-se utilizar a precisão (*precision*), que mede a proporção de acertos entre as previsões positivas realizadas pelo modelo, a revocação (*recall*), que indica a capacidade do modelo de identificar corretamente todos os casos positivos, e a mAP (*mean Average Precision*), que avalia o desempenho geral considerando diferentes níveis de confiança das predições. Para a classificação será considerado para a análise a matriz de confusão, onde mostra os acertos e erros do modelo entre diferentes classes, a acurácia, que representa a proporção total de previsões corretas em relação ao total de amostras e o *F1-score*, que indica a média harmônica entre precisão e revocação, verificando se o modelo está desbalanceado ou não. Resultados da IA estão expostos no apêndice E.

O terceiro passo será um teste de aceitação. A equipe de trabalho da empresa realizará as tarefas do aplicativo e *site*, para confirmar se o sistema atende as necessidades reais do negócio. Será avaliado o tempo médio por tarefa, número de erros cometidos, taxa de sucesso por tarefa concluídas sem ajuda e número médio de cliques ou toques até a conclusão. Também será aceito *feedbacks*, comentários e observações em relação ao uso da solução computacional. E para complementar, será feito um formulário com o objetivo de coletar a satisfação do cliente. Resultados dos testes estão expostos no apêndice G.

2.6.1.2. Avaliação Heurística

Para a avaliação heurística do projeto, a fim de identificar os problemas de usabilidade de forma rápida e sistemática, serão consideradas dez heurísticas: a visibilidade do *status* do sistema, a correspondência entre sistema e o mundo real, controle e liberdade do usuário, consistência e padrões, prevenção de erros, reconhecimento em vez de memorização, flexibilidade e eficiência de uso, estética e *design* minimalista, ajuda para reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros, e ajuda e documentação (MORAN; GORDON, 2023).

Deste modo, a avaliação heurística irá permitir identificar possíveis problemas de usabilidade do sistema antes da sua implementação definitiva, o que colabora para uma interface mais intuitiva, eficiente e adaptada à rotina de trabalho de pequenas empresas alimentícias. Ademais, pode auxiliar na melhoria de experiência do usuário, reduzir dificuldades operacionais, prevenir erros e aumentar a efetividade do sistema. Resultados estão expostos no apêndice F.

3. Estado da Arte

No estado da arte, deve-se mostrar uma visão ampla acerca do tema (KITCHENHAM, 2004). Para isso, foi feito um mapeamento das produções acadêmicas já existentes sobre o tema, reunindo as principais conclusões sobre eles, e uma pesquisa de aplicativos relacionados com a temática, com a extração de dados para análise. Posteriormente, será exposto as tendências do mercado, as lacunas existentes e o diferencial deste trabalho.

3.1. Metodologia de Pesquisa

O mapeamento sistemático seguiu as etapas de Kitchenham (2004) e Petersen et al (2008), como mostrado no Apêndice A. Primeiramente, foram elaboradas as questões a serem respondidas com os resultados das pesquisas. Então seguiu-se para a etapa de condução da busca, onde foram feitas as principais *strings* de busca. Assim, para tornar a pesquisa mais lógica foram aplicados critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE), a fim de definir os artigos relevantes ao tema e iniciar a análise e extração de dados. Com os artigos definidos iniciou-se o processo de obtenção de dados com a utilização de alguns atributos.

3.2. Resultados do Mapeamento Sistemático

Os três artigos encontrados no mapeamento sistemático: “Sem –Sistema De Etiquetagem Multifuncional”, “*Qr Code* Para Controle De Validade De Produtos Em Um Pequeno Comércio Do Município De Luís Correia” e “Detecção da Data de Validade em embalagens de produtos com modelo de Redes Neurais YOLO”, e os aplicativos existentes no mercado: Suflex Tecnologia Ltda, Sysprep, Xtag, Brother, Etiquetando, Onethird e Evigence, trouxeram considerações valiosas sobre o tema e tornaram a base mais sólida para desenvolvimento de um sistema de etiquetagem para pequenas empresas alimentícias.

Com a extração de dados e análise, foi possível responder as questões elaboradas no início do mapeamento. Nem todos respondem a todas as perguntas, mas cada um traz uma consideração interessante para o tema. Segue as respostas das questões:

QP1: Quais sistemas de etiquetagem e rotulagem de alimentos foram desenvolvidos e quais as suas funcionalidades?

Conforme a pesquisa, o “Sem – Sistema De Etiquetagem Multifuncional” faz a criação e o gerenciamento de etiquetas, com os dados: nome do produto, tipo, validade

congelado, validade resfriado, validade em temperatura ambiente e validade após abertura. O trabalho "*Qr Code* Para Controle De Validade De Produtos Em Um Pequeno Comércio Do Município De Luís Correia" gera *QR Codes* de produtos com as seguintes informações: código do produto, lote, nome, data de fabricação, data de validade e observações. A Suplex Tecnologia Ltda cria, gerencia e imprime etiquetas para a cozinha, faz o monitoramento de todos os processos, recebimentos, produção e venda e faz o controle de estoque e validade. O Sysprep emite e imprime etiquetas com nome, data de vencimento, data de fabricação, tipo e responsável, tem *QR Code* para a baixa da etiqueta do estoque e faz um controle de validade e estoque das etiquetas. O Xtag também emite e imprime etiquetas com nome, tipo, data de fabricação, data de vencimento, lote, responsável e SIF, faz um controle de validade das etiquetas e possui *QR Code* para a baixa da etiqueta do controle. E tanto a solução da empresa Brother como a Etiquetando apenas geram etiquetas e imprimem, sem qualquer controle.

QP2: Quais métodos são utilizados para rastreabilidade e controle de validade de alimentos?

Para rastreabilidade, é feito o monitoramento de todos os processos de recebimento, produção e venda, ou produção, distribuição e venda, e essas informações são armazenadas nas plataformas, como por exemplo o lote, fornecedor, responsável, entre outros. E para controle de validade algumas fazem através de etiquetas e *QR Codes*, outras através de sensores ou inteligência artificial. Aquelas com etiquetas monitoram através das datas e utilizam o *QR Code* para facilitar o processo de baixa da etiqueta do controle. Um estudo utilizou da IA e visão computacional para encontrar datas de validade, a Onethird monitora todo o processo de produção, distribuição e varejo, fazendo a detecção espectral e utilizando de IA para avaliar a vida útil do alimento, e, por último, a Evigence monitora desde a produção ao consumo com sensores, avaliando a temperatura e tempo em que os alimentos ficaram no processo, envia esses dados para uma IA e mostra os resultados encontrados na plataforma, conseguindo verificar frescor e prolongar a vida útil de alimentos.

QP3: Como a inteligência artificial e a visão computacional têm sido aplicadas na indústria alimentícia?

No estudo "Detecção da Data de Validade em embalagens de produtos com modelo de Redes Neurais YOLO", a inteligência artificial e a visão computacional foram aplicadas para detectar a região exata da data de validade de um produto em sua embalagem, porém o sistema apenas detecta a localização da data, ainda não interpreta de fato a

informação. Em outros mercados de frutas e hortaliças foi usado da IA para verificar o frescor e prolongar a vida útil dos alimentos, mostrando se a fruta ou verdura ainda está boa para o consumo.

QP4: Quais tecnologias são mais utilizadas no desenvolvimento de sistemas inteligentes voltados ao setor alimentício?

As linguagens de programação identificadas nas pesquisas para etiquetagem, rotulagem de alimentos e geração de *QR Codes* foram Java e PHP. Verificou-se também a utilização do *framework* Spring Boot e o banco de dados MySQL. Os aplicativos relacionados à etiquetagem de alimentos não deixam claro em quais linguagens foram feitos e qual banco de dados utilizam. Porém, fica evidente a utilização de impressoras térmicas e etiquetas adaptadas às impressoras e resistentes à água. E para o desenvolvimento de inteligências artificiais para o setor alimentício verificou-se a utilização da linguagem de programação *Python*, YOLOv5 para a visão computacional e Roboflow para fazer as *bounding box*. No Onethird e no Evigence, há o uso de sensores diversos e um modelo de IA, mas não mostra como foi desenvolvido.

QP5: Quais desafios as pequenas empresas enfrentam na adoção de sistemas automatizados de etiquetagem e controle de validade?

Em relação ao “Sem – Sistema De Etiquetagem Multifuncional”, ele não oferece suporte *offline*, não possui alertas automatizados e dashboard gerenciável, não faz nenhuma integração com um sistema IOT, para monitorar condições do ambiente como temperatura e umidade, e não tem automação na impressão de etiquetas. A solução do artigo “*Qr Code* Para Controle De Validade De Produtos Em Um Pequeno Comércio Do Município De Luís Correia” ainda exige do cliente para acessar o *QR Code* e verificar mais informações, uma vez que o cliente já esquece de olhar a data, como se atentará para o *QR Code*. Além de aumentar o tempo de venda, com a disponibilização de mais uma informação do produto. A Suplex Tecnologia Ltda apresenta desafios para pequenas empresas, como para convencer a empresa na adoção da tecnologia no lugar dos métodos manuais, mostrar de forma clara o retorno financeiro com todo o investimento da empresa na mensalidade e equipamentos, adaptar o sistema a diferentes tipos e tamanhos de negócios e o risco de disponibilizar equipamentos de aluguel. A Sysprep exige treinamento da equipe, não fornece o *hardware*, como a impressora, tem custo em seu uso, faz a etiquetagem e o controle de estoque e validade, mas deve mostrar

à empresa um retorno financeiro em seu uso, se não se torna mais um custo que benefício. A Xtag do Xmenu depende da *internet* para funções básicas, o que dificulta o processo, pois muitas vezes lugares de produção não têm *internet*. Tem suporte limitado à impressora e não possui *layout* de etiquetas personalizado a outros negócios. Apesar de fornecer controle de validade, tem mais foco na elaboração de etiquetas, do que no controle. A Brother e o Etiquetando são sistemas genéricos, pouco adaptados a cada negócio. E apenas geram etiquetas, não fornecem controle de validade. O estudo "Detecção da Data de Validade em embalagens de produtos com modelo de Redes Neurais YOLO", fornece a localização da data, mas não traz o que ela representa. Dessa forma, em pequenas empresas mostraria ao cliente a data, mas não contribuiria para um controle de validade por exemplo. A Onethird e a Evidence monitoram todo o processo de produção, distribuição e varejo. Para pequenas empresas, convencer todos esses processos a utilizar de seus componentes pode ser trabalhoso. Exigem infraestrutura complexa e investimento alto, sendo mais adaptados a grandes redes industriais.

3.3. Síntese

Neste contexto, percebe-se que a tendência é o crescimento de soluções que automatizam o processo de etiquetagem e que utilizam do *QR Code* para auxiliar no rastreamento e controle destas etiquetas. A IA e outros sensores estão cada vez mais próximos do setor alimentício, contribuindo também com mais eficiência e qualidade.

Os problemas identificados e lacunas que ainda se apresentam são: a baixa automação, muitos deles não automatizam todos os processos, geram apenas etiquetas sem algum controle de validade ou estoque, o que exige ainda de parte manual, aumentando erros humanos e perda de tempo da equipe de trabalho. Poucas personalizações de etiquetas, se apresentam genéricas e com foco industrial, não se adequando a diferentes negócios. Atendem apenas a cozinha de estabelecimentos, não disponibilizam etiquetas para produtos da venda. Falta de suporte físico acessível. As poucas que possuem suporte tem um custo alto. Das apresentadas apenas a Suflex disponibiliza relatórios de produção. Ainda é pouca a utilização da IA, a Onethird e a Evigence se aplicam a grande indústrias.

Por isso, a TagVálida surge para suprir a demanda do mercado em oferecer etiquetas personalizadas tanto para a cozinha como para o balcão de produtos, automatiza todos os processos, desde a produção a venda, com a facilidade de criar etiquetas, faz o controle de validade e de estoque eficiente, permite a rastreabilidade de produtos e auxilia na detecção da vida útil do alimento, evitando desperdícios. Oferece suporte *offline*, disponibiliza

relatórios e histórico de todos os processos. Em conclusão, a TagVálida é uma tecnologia acessível, com automação real e foco no usuário final, oferecendo um ecossistema que reduz desperdício, aumenta a segurança alimentar e simplifica processos, tornando-a uma inovação social e tecnológica aplicável ao mercado brasileiro.

4. Metodologia

Para o desenvolvimento do projeto TagVálida, foram utilizadas duas metodologias de trabalhos principais, o *Design Thinking*, com foco em orientar a ideação e criação do produto, e as *Sprints*, que segue a metodologia Ágil *Scrum*, com o objetivo de facilitar a entrega das atividades durante as iterações, com organização e eficiência (GUPY, 2025). Com o uso destes métodos foi possível conduzir de forma estruturada, interativa e alinhada às necessidades reais de pequenas empresas alimentícias, como é mostrado na Figura 2.

O *Design Thinking*, desenvolvido por David Kelly e Tim Brown, tem foco na resolução de problemas centrados no ser humano e segue cinco etapas principais, são elas: Empatia, Definição, Ideação, Prototipação e Testes (LOPES, 2023).

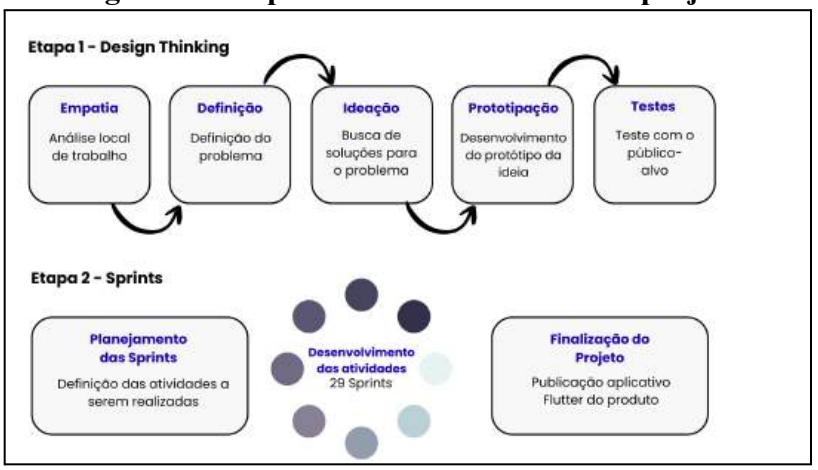
Na primeira etapa, Empatia, para pequenas e médias empresas, especialmente no que tange ao controle de validade, rastreabilidade de lotes e armazenagem de produtos congelados, foram feitas observações no local de trabalho, análise de processos internos e levantamento dos principais problemas relacionados à rotulagem manual e controle de estoque. Para a segunda etapa, Definição, as informações foram organizadas, para revelar o núcleo do problema, que é a falta de um sistema simples e eficiente para gerar rótulos com controle de validade por lote, com rastreamento e organização do estoque congelado, de acordo com as normas sanitárias vigentes.

No terceiro passo, Ideação, foram conduzidas sessões de *brainstorming* para sugerir soluções tecnológicas exequíveis. Nesse sentido, surgiu a ideia do TagVálida, uma solução computacional desenvolvida em *Flutter*, com funcionalidades como criação de etiquetas com código QR, controle automático de validade, gestão de estoque, histórico de movimentações, entre outras funcionalidades. Na quarto passo, Prototipação, foi construído um protótipo navegável dentro do Figma, apresentado no Apêndice B, que possibilita simular fluxo do sistema como um todo, da inserção das categorias e produtos até a impressão das etiquetas. E na fase de Testes o protótipo foi validado com usuários do domínio panificação, permitindo sua adequação, melhorias de usabilidade e adaptá-lo às rotinas reais do ambiente de trabalho.

Com a conclusão do *Design Thinking*, foi possível iniciar o desenvolvimento com a utilização da metodologia *Scrum*, por meio de *Sprints*. Ao todo foram 29 *Sprints*, cada qual com uma funcionalidade do sistema, possuindo Descrição, Critérios de Aceitação, Estimativa de esforço, Prioridade (Alta, Média e Baixa) e *Status* (*Backlog* do Produto, A fazer, Em andamento, Testado e Concluído), desenvolvidas em uma sequência lógica. A organização das atividades propostas em cada *Sprint* do projeto podem ser encontradas no Apêndice C.

Assim, a integração do *Design Thinking* e das *Sprints* permitiu que o TagVálida fosse desenvolvido de forma eficiente, com foco no usuário e estrutura técnica sólida. Enquanto o *Design Thinking* auxiliou na análise aprofundada do problema e na criação de uma solução inovadora, a metodologia ágil proporcionou um ritmo de trabalho constante, organização das entregas e desenvolvimento contínuo do sistema, culminando em uma solução alinhada às necessidades do público-alvo.

Figura 2 - Etapas do desenvolvimento do projeto



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

5. Resultados e Discussões

O presente capítulo visa expor os resultados decorrentes do desenvolvimento da solução computacional TagVálida, descrevendo o produto final, suas funcionalidades, a arquitetura adotada e os testes realizados.

5.1. Resultados do Desenvolvimento do Sistema

Com o processo do *Design Thinking* e *Sprints* finalizado obteve-se a solução computacional TagVálida, um projeto direcionado a empresas alimentícias que auxilia no controle de etiquetas, validade, estoque e rastreabilidade de produtos. A Figura 3 mostra toda a arquitetura do sistema. E o Apêndice D contém todos os demais diagramas desenvolvidos para o projeto.

O sistema combina o processamento local com o serviço em nuvem, com SqLite e Firebase, o que garante o desempenho, a disponibilidade *offline* e a sincronização de dados em tempo real. A aplicação foi desenvolvida com o *framework Flutter*, possibilitando a criação de interfaces modernas, responsivas e compatíveis com múltiplas plataformas. Dessa forma, o produto desenvolvido está disponível tanto para dispositivos móveis como para *web*.

Sobre a IA, foram escolhidos 6 alimentos, são eles: pão francês, pão de forma, queijo mussarela, croissant de presunto e queijo, morango e o ovo. A seleção destes produtos se deve principalmente por serem comuns e amplamente utilizados em empresas alimentícias, além de possuírem variações perceptíveis de seu estado de conservação, com alteração de cor, presença de mofo, ressecamento e deformações, que são fatores importantes para o treinamento com visão computacional.

O *Dataset* ficou com 128 fotos por classe de cada alimento, totalizando 2304 fotos[5]. O modelo, que foi treinado com YOLOv8, faz a detecção do alimento e mostra seu estado de conservação (bom, alerta ou vencido). Sendo a classe “bom” os alimentos em condições adequadas para o consumo, sem alterações visuais aparentes. A classe “alerta” os produtos que apresentam sinais iniciais de deterioração, como alteração de cor, ressecamento, perda de textura, estes ainda estão aptos para o consumo, porém já estão perto de estragar. E a classe “vencido” identifica alimentos que são inadequados para o consumo, com características evidentes de deterioração, como a presença de mofo, manchas, deformações e alterações visuais.

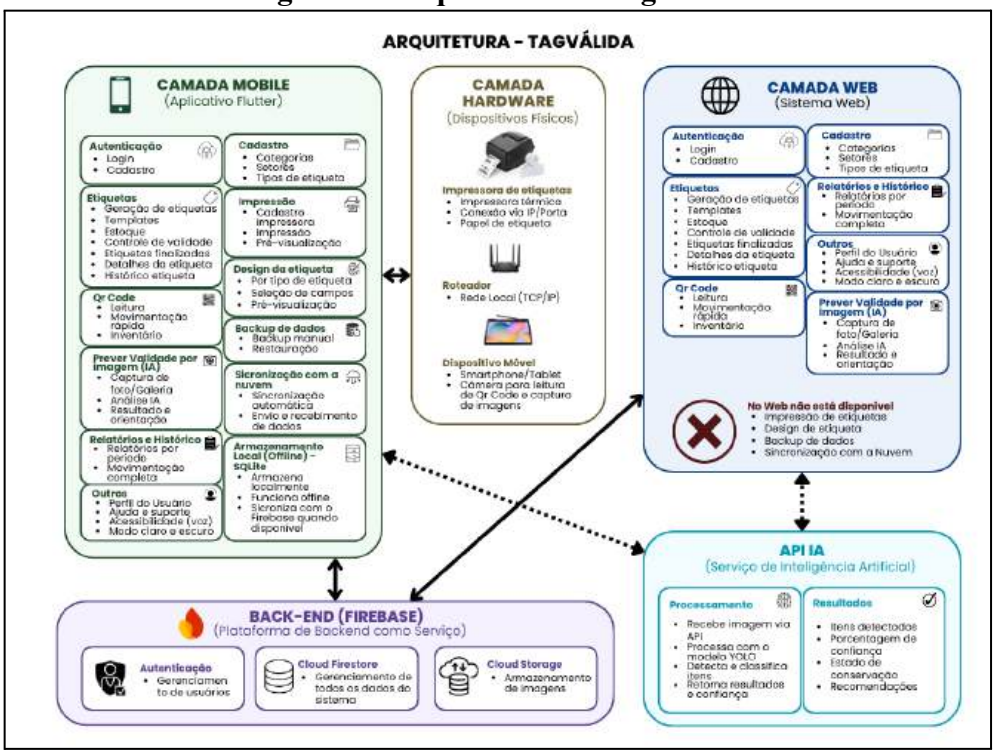
O sistema teve separação entre a detecção e a classificação permitindo melhor precisão e confiabilidade. Além disso, no resultado mostra os itens detectados, a porcentagem de confiança e uma recomendação de ação para o usuário, contribuindo para a tomada de decisão no controle de qualidade dos produtos.

Em complemento, o TagVálida possui outras funcionalidades. Entre elas se destaca o serviço de impressão, que se comunica com uma impressora térmica por meio de rede de internet. Com o auxílio de um roteador, foi possível fazer a conexão entre o *tablet* e a impressora. O usuário pode cadastrar impressoras no aplicativo, personalizar o *design* da etiqueta e imprimir quantas quiser. O *Qr Code* disponibilizado nas etiquetas tem dois modos, o privado que é só acessado pelo aplicativo e específico de cada usuário e o público que pode ser acessado de qualquer câmera.

---

[5] O conjunto de dados de imagens utilizado no treinamento do modelo está disponível em repositório online de acesso público, acessível pelo endereço eletrônico: https://drive.google.com/drive/folders/1Lo7RxcjpZtnRM31a2RQYcbil4kh2No7U?usp=sharing.

Figura 3 - Arquitetura do TagVálida



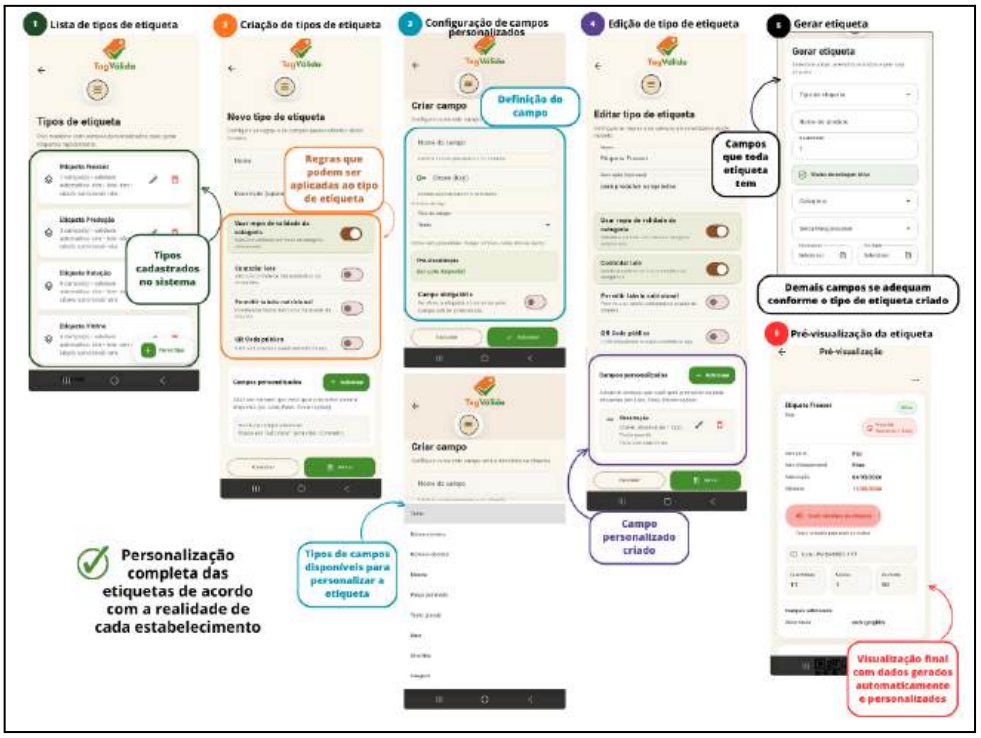
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

5.2. Funcionalidades Implementadas

Em relação a autenticação, o sistema possui a tela de cadastro e de *login*. Na tela de cadastro, o usuário informa seus dados, como por exemplo: nome empresarial, razão social, CNPJ, endereço, e cria uma conta para acessar o aplicativo ou *site*. Depois do cadastro, o usuário pode entrar no sistema informando email e senha na tela de *login*. Dessa forma, a solução computacional garante o controle de acesso, a organização dos dados por usuário e maior segurança das informações.

Logo após o cadastro, os primeiros passos são: cadastrar categorias, setores e tipos de etiquetas. Assim, o sistema pode colocar uma data de validade de forma automática pela categoria, utilizando a quantidade de dias de vencimento previamente definida para cada categoria e somando esse valor à data de fabricação informada. Além do mais, o sistema informa de forma rápida o setor ou responsável pela etiqueta e possibilita a personalização das etiquetas conforme as necessidades do estabelecimento, como mostra a Figura 4. Deste modo, assegura melhor organização dos produtos de acordo com a realidade de cada empresa.

Figura 4 - Fluxo de Tipos de Etiqueta



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

A geração de etiquetas é realizada conforme o tipo de etiqueta previamente configurado no sistema. Após a criação de uma etiqueta, um mesmo modelo correspondente é salvo automaticamente na página de etiquetas diárias, permitindo reutilizar as informações em futuras gerações. Assim, para criar uma nova etiqueta semelhante, basta selecionar o *template* já existente, atualizar dados necessários e lançar ao estoque. Depois de gerada a etiqueta, ela fica de forma automática ativa no estoque, aparecendo na página de etiquetas ativas para acompanhamento e gerenciamento.

A página de etiquetas ativas está toda organizada de forma estratégica, pensando no controle de estoque e de validade. A página é organizada por tipo de etiqueta, assim as etiquetas de cada tipo são organizadas por categoria, setor e data de validade mais próxima.

A validade usa ícones e cores diferentes para representar o estado das etiquetas, facilitando a identificação visual. As etiquetas classificadas como “vencidas” são destacadas pela cor vermelha e ícone de perigo, sinalizando a necessidade de descarte. As etiquetas em “alerta” utilizam a cor amarela acompanhada de um ícone de sino, indicando atenção ao produto que está prestes a vencer. E etiquetas classificadas como “boas” são representadas pela cor verde e ícone de etiqueta, transmitindo idéia de segurança e adequação ao consumo.

A escolha destas cores e ícones se baseou em padrões visuais amplamente utilizados em sistemas e sinalizações de segurança, o que facilita a interpretação rápida das informações. E ainda na página inicial possui um resumo com a mesma utilização de cores e

ícones, junto com a quantidade de etiquetas em cada situação. Deste modo, notifica o usuário rapidamente sobre a validade de seus produtos no estoque, como ilustrado na Figura 5.

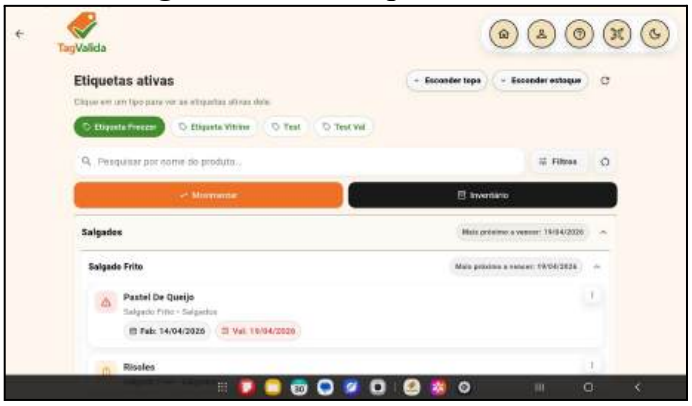
Figura 5 - Tela Inicial



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

A página de etiquetas ativas possui duas funcionalidades que utilizam exclusivamente do *Qr Code* privado, garantindo maior segurança e controle do acesso a informações do usuário, mostrado na Figura 6. A primeira funcionalidade é a movimentação rápida do estoque, ao escanear o *Qr Code* da etiqueta é possível registrar vendas, usos internos, descartes, ajustes de entrada ou saída ou o cancelamento total da etiqueta. Assim, o usuário pode atualizar de forma prática o seu estoque. E a segunda funcionalidade é a de inventário. Nesta página o usuário escaneia quantos *Qr Codes* quiser e ao final do processo mostra a quantidade de cada produto, quantidade por categoria e quantidade por setor. Dessa forma, tem-se um relatório completo dos itens em estoque de forma ágil.

Figura 6 - Tela Etiquetas Ativas



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Na página de detalhes da etiqueta, é possível visualizar todas as informações de forma organizada. Também utiliza-se das mesmas cores e ícones para diferenciar a validade em bom, alerta e vencido. O sistema disponibiliza o *Qr Code* gerado para a etiqueta. Além disso, tem-se a possibilidade de salvar em PDF (*Portable Document Format*), editar, excluir,

visualizar como ficará com a impressão, verificar o histórico específico e imprimir a etiqueta, sendo possível selecionar a quantidade que deseja para a impressão.

Em relação a Tabela Nutricional, o sistema atende a RDC n° 429 e a Instrução Normativa (IN) n° 75 de 2020, seguindo o *layout* e as regras estabelecidas. Os alertas "Alto em" (lupas) aparecem conforme as necessidades, quando o produto ultrapassa o limite a cada 100g para açúcar adicionado, sódio e gordura saturada. E o usuário pode salvar a tabela em PDF nos formatos: horizontal, vertical, horizontal quebrado e vertical quebrado. Porém as lupas não são impressas na etiqueta, devido à impressora térmica que não traz todos os detalhes gráficos, é necessário imprimir em outra impressora ou colar as lupas de outra forma.

Para prever o estado de conservação de um alimento, o sistema explica como o processo funciona, orienta o usuário para tirar a foto e mostra exemplo de fotos boas e ruins, a Figura 7 evidencia isto. É possível tirar fotos e buscar na galeria do próprio dispositivo. Depois de selecionada a foto, o sistema manda a imagem para a IA e ela retorna o resultado da detecção e classificação, exibindo-o em uma página com itens detectados, a porcentagem de confiança e *status* do estado, como visto na Figura 8.

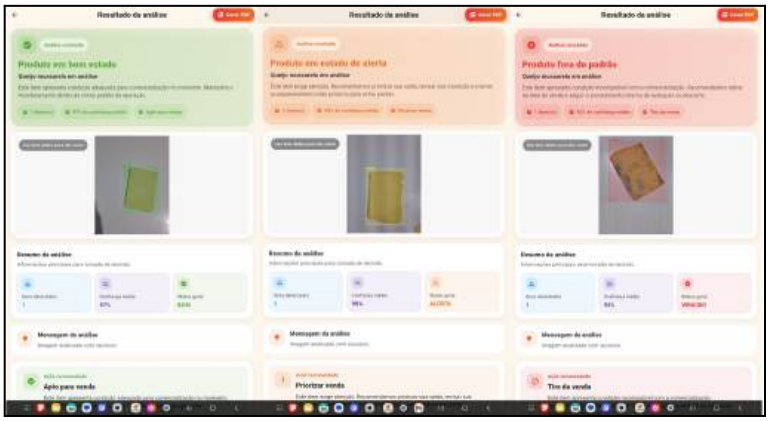
O usuário recebe uma orientação para o que fazer com o produto, conforme a classificação realizada pelo modelo, se alimento considerado bom ele está apto para a venda, se alimenta em alerta deve-se priorizar a venda e caso o alimento esteja vencido é necessário retirá-lo da venda. Tais orientações foram baseadas nas boas práticas de fabricação, descritas por Machado, Dutra e Pinto (2015), que indicam a correta destinação de produtos alimentícios, minimizando riscos à saúde do consumidor. Além disso, o resultado da análise pode ser exportado em PDF. Assim, colabora para a redução de perdas de alimento e dá apoio a tomada de decisão no controle de qualidade de produtos.

Figura 7 - Página de prever a validade por imagem



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura 8 - Resultados da Inteligência Artificial



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Outra funcionalidade da solução computacional é a visualização de etiquetas finalizadas, vendidas ou canceladas, sendo possível reabrir no estoque novamente. Em complemento, também oferece relatórios e o histórico completo que registra todas as movimentações do sistema (entradas, vendas, usos, descartes, cancelamentos, ajustes de entrada, ajustes de saída e exclusões).

Por sua vez, visando garantir a integridade e a disponibilidade das informações, o TagVálida oferece recursos de *backup* de dados e sincronização com a nuvem. Essa funcionalidade é especialmente importante para fazer a integração entre plataformas *web* e *mobile.* Enquanto o aplicativo *mobile* assegura o funcionamento *offline* com armazenamento local, os dados são posteriormente salvos na nuvem, permitindo que o sistema *web* acesse informações atualizadas. Por conseguinte, garante a consistência e a continuidade do uso do sistema em diferentes ambientes, como produção e escritórios.

O sistema possui uma página para cadastro da impressora, permitindo configurar informações como nome, IP (*Internet Protocol*) e porta de conexão. Além do mais, disponibiliza uma página de *design* da etiqueta, para personalizar por tipo de etiqueta quais campos irão aparecer na etiqueta impressa. E ainda apresenta página de perfil do usuário, página de ajuda e suporte, página de *scanner* do *Qr Code*, modo claro e escuro e acessibilidade com a funcionalidade de leitura por voz. No apêndice H, apresenta-se todas as telas do sistema.

5.3. Resultados dos Testes

Com o projeto finalizado foi iniciado o processo de testes e validação, para avaliar o funcionamento, usabilidade e eficiência. E assim, tornar possível a entrega de um *software* de qualidade, que garante a satisfação do cliente, otimiza tarefas do trabalho e reduz o desperdício de alimentos.

Primeiramente, foram realizados testes manuais em todas as interfaces, verificando se havia algum erro visual, falhas na navegação, inconsistências de informações e funcionalidades. Foi validado todo o fluxo do sistema, desde o processo inicial ao avançado. Com isso, foram feitos alguns ajustes e refinamentos. E então obteve-se uma interface estável, com maior padronização visual, melhor usabilidade, limpa e funcional.

Posteriormente aos testes manuais, iniciou-se o processo de testes automatizados. Com o uso do *framework* de testes do *Flutter* foi possível validar regras de negócio e garantir a integração entre as funcionalidades do sistema e o banco de dados. Os testes contemplam diferentes páginas da aplicação, entre elas: a criação de etiquetas, o controle de estoque, o controle de validade, o controle por lote, verificação de campos, verificação da tabela nutricional, a geração de arquivos em PDF, entre outros. Ao todo foram 60 testes automatizados. Seus resultados positivos indicam a correta comunicação entre o sistema e funcionamento correto das regras de negócio, tornando a solução computacional mais confiável, com o mínimo de erros, e contribuído para sua evolução e manutenção do código.

Considerando o tamanho do conjunto de dados utilizado, optou-se por utilizar 100 épocas[6] no treino de detecção e 50 épocas no treino de classificação. Após realizados os treinos, foram realizados alguns testes com a IA e percebeu-se vários erros, principalmente de classificação. Então, foi feito um *script* de avaliação que analisa separadamente a detecção e a classificação. Para a detecção, utilizou-se métricas como precisão, *recall* e mAP. Já para a classificação, utilizou-se matriz de confusão, acurácia e *F1-score*. Além disso, o sistema gera relatórios de erros e *ranking* de confusões, permitindo identificar onde o modelo mais falha.

Logo depois, foi feito então outro treino com *data augmentation*[7] principalmente onde o modelo estava errando mais. Dessa forma, foi possível melhorar a acurácia, o grau de exatidão, de 75% para 98,69%, diminuir os erros de 31 para 2. Antes a IA confundia todas as classes e agora está confundindo um pouco apenas o bom e alerta, o que ainda é seguro considerando a realidade de produção das empresas alimentícias. Os resultados do treinamento estão expostos no apêndice E.

Para avaliar a usabilidade do protótipo funcional do TagVálida, foi empregado o método de Avaliação Heurística, conforme descrito no referencial teórico (MORAN; GORDON, 2023). A autora deste trabalho, atuando como a avaliadora especialista,

[6] Corresponde ao número de vezes que o modelo percorre todo o conjunto de dados durante o treinamento.
[7] Técnica utilizada em aprendizado de máquina que se resume em aumentar artificialmente o conjunto de dados de treinamento por meio de transformações nas imagens, como rotação, espelhamento, corte, variação de brilho e contraste, com a finalidade de melhorar a capacidade de generalização do modelo e reduzir erros de classificação.

inspecionou a interface da solução computacional em busca de violações das 10 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen. O objetivo foi identificar pontos de atrito e oportunidades de melhoria no *design* da interação. Os problemas encontrados estão relatados no Apêndice F, e apresentam-se em geral de forma média e baixa, direcionados mais para estética e documentação da solução, que podem ser melhorados com alguns ajustes no *design* e inclusão de informações de apoio ao uso do sistema.

Após a avaliação heurística, foi possível realizar algumas melhorias no protótipo, a fim de aumentar a clareza, a usabilidade e a experiência do usuário. Entre as correções, destaca-se a mudança do design do botão de captura de foto na página para prever a validade de alimentos. Antes o botão apresentava a mesma cor de fundo da página e mesma cor da fonte de toda a página, além de se posicionar no canto inferior direito, de forma camuflada na interface. Agora encontra-se no meio da tela, logo abaixo do título da página, com contraste e melhor visibilidade, garantindo a execução desta funcionalidade.

5.4. *Feedback* do usuário

Como etapa complementar de validação do sistema, foi feito um teste de aceitação com usuários finais, de uma panificadora aqui da região de Guarapuava-PR. Sendo o objetivo identificar a adequação do TagVálida com um contexto real de uso. Em reunião individual entre gestores e funcionários da empresa, foi mostrado o aplicativo e o *site*, e orientado a fazer algumas tarefas representativas de uso do sistema, como criar etiqueta, visualizar etiqueta, escanear *Qr Code*, ver validade, gerar relatório e testar a IA.

Durante o uso, foi avaliado o tempo médio de execução de tarefas, número de erros cometidos, taxa de sucesso sem auxílio e quantidade aproximada de cliques durante a execução. Além do mais, foi coletado comentários, observações e sugestões para a solução computacional. E por último foi disponibilizado um formulário para coletar a avaliação de forma simples do projeto e assim mensurar a satisfação do cliente. Os resultados estão expostos no Apêndice G.

Em relação aos resultados obtidos, pode-se dizer que o TagVálida apresenta boa aceitação por parte dos usuários. As tarefas propostas foram concluídas com sucesso, com um número baixo de erros, tempo reduzido e médio número de cliques. Os participantes evidenciaram a facilidade na compreensão do fluxo do sistema, apontaram sobre a clareza das informações, organização das telas e utilidades das funcionalidades no contexto de trabalho. O controle de validade e recursos como o *QR Code* e leitura por voz receberam destaque com diferenciais para a praticidade e eficiência do sistema.

Como sugestões de melhorias, os participantes relataram sobre integrar com um sistema de caixa, para que o estoque fosse baixando de forma automática, também fazer um controle de estoque por quilogramas, colocar mais alimentos na IA e disponibilizar mais orientações em determinadas funcionalidades, especialmente para usuários com menor familiaridade com tecnologia, aprimorando em conjunto mensagens informativas e de erro. Esses pontos não comprometem o funcionamento do projeto, sendo consideradas melhorias futuras.

5.5. Análise Geral do Sistema

O TagVálida, em relação a usabilidade, apresenta uma interface intuitiva e de fácil navegação. As funcionalidades foram rapidamente compreendidas. As informações estão aliadas aos elementos visuais, com as cores para o controle de validade. Além disso, a parte de testes, validações e *feedbacks* contribuíram para a prevenção de erros, segurança e eficiência do mesmo.

No quesito eficiência, pode-se notar com os testes com os usuários tempo curto nas atividades realizadas, baixo número de erros e quantidade moderada de cliques. Sendo as funcionalidades mais rápidas a parte de consulta de informações, escaneamento de *Qr Codes* e a IA, o que contribui para a otimização de atividades no ambiente de trabalho. Dessa maneira, o projeto demonstra potencial para reduzir desperdícios e melhorar a produtividade.

O sistema atual atende aos objetivos propostos neste trabalho, oferecendo todas as funcionalidades, como o processo de gerar etiquetas adaptadas a diferentes tipos de negócio, fazer o controle de validade de produtos, permitir a rastreabilidade por lote, fazer o gerenciamento do estoque e oferecer uma IA capaz de revelar o estado de conservação do alimento. O sistema está adequado a um ambiente real de trabalho, com interfaces simples e intuitivas. Assim, torna-se uma solução alinhada às necessidades, trazendo melhor organização interna, redução dos desperdícios e assegurando conformidade com as normas da vigilância sanitária.

Na coleta dos *feedbacks*, tem-se a aceitação do usuário em relação ao sistema. O TagVálida teve destaque em sua usabilidade e aplicabilidade no contexto real, sendo de grande ajuda principalmente para a produção de estabelecimentos alimentícios. Entre os pontos que foram elogiados pelos usuários está o controle de validade, a organização das informações, a automatização do processo de criação de etiquetas e o controle de estoque. Demonstrando boa aderência ao público-alvo e com potencial para adoção no ambiente de trabalho.

5.6. Limitações

Apesar de todo o esforço e as diversas funcionalidades, este trabalho ainda apresenta algumas limitações. Uma possível melhoria futura pode ser a integração do sistema com um sistema de caixa, para que seja possível a baixa automática de produtos do estoque. Outra sugestão é maior orientação em funcionalidades específicas. Algumas funcionalidades ainda não estão claras ao usuário, evidencia-se a necessidade de documentação técnica mais elaborada para guiar o usuário, principalmente aqueles que não possuem familiaridade com a tecnologia.

E em relação a IA recomenda-se aumentar o conjunto de dados, além de adicionar mais alimentos, para então realizar mais testes e melhorar cada vez mais a sua precisão e confiança. Além disso, pode-se realmente implementar este sistema e avaliá-lo em situações práticas do dia a dia, trazendo mais usuários participantes dos testes e poder aperfeiçoar ainda mais o projeto.

6. Considerações Finais

O desenvolvimento do TagVálida teve como principal objetivo desenvolver uma solução computacional que automatize o processo de etiquetagem e controle de validade dos produtos armazenados em *freezers* e expostos em balcão, visando melhorar a organização interna, reduzir desperdícios, gerir o estoque, garantir a rastreabilidade e assegurar conformidade com as normas da vigilância sanitária. Visto que em pequenas e médias empresas alimentícias o controle é feito de forma informal, com etiquetas improvisadas, cadernos ou até na ausência total de registros. E isso acarreta em diversos problemas para a empresa, que prejudica principalmente a segurança dos alimentos (ANVISA, 2025).

A partir do desenvolvimento e testes, foi possível verificar que o sistema desenvolvido atende aos objetivos propostos, com funcionalidades completas para gestão de etiquetas, controle de estoque, controle de validade e rastreabilidade. Como diferencial inovador está a IA que ajuda na análise da validade e contribui para a redução de desperdícios. Os *feedbacks* coletados evidenciam sua utilidade no apoio à organização e controle de produtos alimentícios.

Como trabalhos futuros, sugere-se ampliar a base de dados da IA, adicionar mais alimentos a detecção e classificação do estado de conservação. Propõe-se também integrar o sistema com um sistema de caixa, para realizar a baixa do estoque de forma automática. E

fornecer documentação técnica para orientar o usuário na realização de funcionalidades da solução computacional, ampliando sua aplicabilidade e eficiência.

Em síntese, a criação do TagVálida demonstra seu potencial significativo como ferramenta de apoio à gestão de empresas alimentícias, contribuindo para fortalecimento da competitividade da empresa, colabora para a segurança dos alimentos, cumpre com as exigências legais da ANVISA e faz a prevenção de desperdícios.

7. Declaração sobre o Uso de Inteligência Artificial

Este trabalho utilizou de ferramentas de inteligência artificial como apoio à revisão textual e ao desenvolvimento do sistema TagVálida. Em conjunto, foram empregados modelos de visão computacional YOLOv8 para detecção e classificação de alimentos. A autora é responsável pela validação, interpretação e elaboração final de todo o conteúdo apresentado.

Referências

AFREBRAS. **Saiba diferenças entre segurança de alimentos e segurança alimentar**. Disponível em: https://afrebras.org.br/noticias/saiba-diferencas-entre-seguranca-de-alimentos-e-seguranca-alimentar/. Acesso em: 1 nov. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Gestão de riscos e investigação de eventos adversos relacionados à assistência à saúde.** 7. ed. Brasília, DF: ANVISA, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/manuais/copy2_of_infecc_qualidade_cad_7_completo_web_20250915_final2.pdf. Acesso em: 1 nov. 2025.

ALBERTO, Matheus. ***Flutter*: o que é e tudo sobre o framework**. Alura, 6 set. 2022. Disponível em: https://www.alura.com.br/artigos/*flutter*. Acesso em: 1 nov. 2025.

ANDREOTTI, Lucas; SILVEIRA KUPSINSKU, Lucas. **Detecção da data de validade em embalagens de produtos com modelo de redes neurais YOLO**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ...) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/27521/3/2024_2_LUCAS_ANDREOTTI_TCC.pdf. Acesso em: 1 nov. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa – IN nº 75**, de 8 de outubro de 2020. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 195, p. 113–124, 9 out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 429,** de 8 de outubro de 2020. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 195, p. 106–110, 9 out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 275**, de 21 de outubro de 2002. Brasília, DF: ANVISA, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 216**, de 15 de setembro de 2004. Brasília, DF: ANVISA, 2004. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html. Acesso em: 1 nov. 2025.

BROTHER. Soluções de etiquetagem para o controle da validade dos alimentos. 1995. Disponível em: https://www.brother.pt/solucoes-empresariais/setores-verticais/setor-alimentar/etiquetagem-validade-dos-alimentos. Acesso em: 1 nov. 2025.

BUZINARO, David Vinicíos Chiarello; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. **Como a implementação das boas práticas de fabricação (BPF) auxiliam a competitividade e a qualidade em uma indústria.** Interface Tecnológica, v. 16, n. 2, 2019.

CASAGRANDE, Erich. **O que é o *Scrum*, quais os benefícios e como usar nas empresas**. Disponível em: https://pt.semrush.com/blog/*scrum*/. Acesso em: 1 nov. 2025.

CASTRO, M. H. C. A. **Fatores determinantes de desperdício de alimentos no Brasil: diagnóstico da situação**. 2002. 93 f. Monografia (Especialização em Gestão de Qualidade em Serviços de Alimentação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2002.

Cloud Storage for Firebase. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/storage?hl=pt-br>. Acesso em: 29 abr. 2026.

COSTA, Henrique Araújo da. **QR code para controle de validade em um pequeno comércio do município de Luís Correia**. 2015. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Piauí, 2015.

CUNHA, F.; MAGALHÃES, Maida Blandina Honório; BONNAS, D. **Desafios da gestão da segurança dos alimentos em unidades de alimentação e nutrição no Brasil: uma revisão**. 2013.

ECONODATA. **Lista de micro empresas de alimentos em Guarapuava, PR**. Disponível em: https://www.econodata.com.br/empresas/pr-guarapuava/alimentos/micro. Acesso em: 1 nov. 2025.

ECONODATA. **Lista de pequenas empresas de alimentos no Brasil**. Disponível em: https://www.econodata.com.br/empresas/todo-brasil/alimentos/pequeno. Acesso em: 1 nov. 2025.

ETIQUETANDO. Disponível em: https://etiquetando.com.br/. Acesso em: 1 nov. 2025.

EVIGENCE. Disponível em: https://www.evigence.com/. Acesso em: 1 nov. 2025.

FORSYTHE, Stephen J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FOOD CONNECTION. **Como a IA está sendo usada na indústria de alimentos? Confira cases e tendências**. Disponível em: https://www.foodconnection.com.br/tecnologia/como-ia-esta-sendo-usada-na-industria-de-alimentos-confira-cases-e-tendencias/. Acesso em: 1 nov. 2025.

G1. **Desperdício de alimentos: você sabia que cada brasileiro joga fora, em média, 41 kg de comida por ano?** Disponível em: https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2024/09/29/desperdicio-de-alimentos-voce-sabia-que-cada-brasileiro-joga-fora-em-media-41-kg-de-comida-por-ano.ghtml. Acesso em: 1 nov. 2025.

GUPY. **O que é sprint: guia completo sobre planejamento, execução e resultados**. 8 jan. 2025. Disponível em: https://www.gupy.io/blog/sprint. Acesso em: 2 mar. 2026.

KINGHOST. **Conheça as vantagens do *Python* e saiba quando usá-lo**. 23 set. 2024. Disponível em: https://king.host/blog/tecnologia/*python*/. Acesso em: 1 nov. 2025.

KITCHENHAM, B. et al. **Systematic literature reviews in software engineering: a systematic literature review**. Information and Software Technology, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009.

LOPES, Michele. **O que é design thinking: principais etapas e ferramentas**. Disponível em: https://ebaconline.com.br/blog/o-que-e-design-thinking. Acesso em: 2 mar. 2026.

MACHADO, A. et al. **Automação no controle de validade de alimentos: uma revisão. Revista de Tecnologia Alimentar**, v. 12, n. 3, p. 45-59, 2022.

MACHADO, Roberto Luiz Pires; DUTRA, André de Souza; PINTO, Mauro Sergio Vianello. **Boas práticas de fabricação (BPF)**. Brasília: Embrapa, 2015.

MACHADO, R.T.M.; **SINAIS DE QUALIDADE E RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS:UMA VISÃO SISTÊMICA**. Organ. rurais agroind., Lavras, v. 7, n. 2, p. 227-237, 2005.

MORAN, Kate; GORDON, Kelley. **Heuristic evaluations: How to conduct**. 25 jun. 2023. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>. Acesso em: 3 maio. 2026.

MURÇA, Giovana. **Desperdício de alimentos no Brasil: saiba suas causas e impactos**. Disponível em: https://pactocontrafome.org/desperdicio-de-alimentos/. Acesso em: 1 nov. 2025.

NAIA, Agência. **Principais problemas que atrapalham o crescimento das PMEs brasileiras**. Disponível em: https://morcone.com.br/2024/08/14/problemas-que-atrapalham-o-crescimento-da-empresa/. Acesso em: 1 nov. 2025.

NET, Controle. **Cliente-servidor: uma estrutura lógica para a computação centralizada**. Disponível em: https://www.controle.net/faq/cliente-servidor-uma-estrutura-para-a-computacao-centralizada. Acesso em: 1 nov. 2025.

OLIVEIRA, Priscila Magalhães et al. **Os desafios para gestão de estoques em micro e pequenas empresas: um estudo de caso**. XIII Congresso de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2016.

ONETHIRD. Disponível em: https://onethird.io/. Acesso em: 1 nov. 2025.

PAIVA, Luisa. **O poder da IA no mercado de alimentos e bebidas: expansão e desafios do setor em 2025**. Disponível em: https://www.foodconnection.com.br/materiais-de-download/o-poder-da-ia-no-mercado-de-alimentos-e-bebidas-a-expansao-e-os-desafios-do-setor-em-2025/. Acesso em: 1 nov. 2025.

RIBEIRO, Andre Louis Souza. **O que é Firebase?** Alura, 28 jun. 2023. Disponível em: https://www.alura.com.br/artigos/firebase. Acesso em: 1 nov. 2025.

ROHDEN, Nayel Jorge; BOTH, Welington Neuberger. **SEM – sistema de etiquetagem multifuncional**. Iguazu Science, 2025.

SOCHODOLAK, Isabela. **Índices de desperdício em unidade produtora de refeições: fator de correção e resto ingestão**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário Campo Real, Guarapuava, 2022.

SUFLEX TECNOLOGIA LTDA. **Software inteligente de produção para cozinha**. 2019. Disponível em: https://materiais.suflex.com.br. Acesso em: 1 nov. 2025.

SYSPREP. Gestão de validade e etiquetagem. 2025. Disponível em: https://www.tinc.com.br/produtos/sysprep-etiquetagem-etiquetas-validade/. Acesso em: 1 nov. 2025.

ULTRALYTICS. **YOLOv7 e YOLOv8: uma comparação técnica de detectores em tempo real**. Disponível em: https://docs.ultralytics.com/pt/compare/yolov7-vs-yolov8/. Acesso em: 1 nov. 2025.

VIEIRA, Danielle. **SQLite: o que é, como funciona e qual é a diferença entre o MySQL**. 25 ago. 2021. Disponível em: https://www.hostgator.com.br/blog/sqlite-o-que-e-como-funciona-e-qual-e-a-diferenca-entre-o-mysql/. Acesso em: 1 nov. 2025.

XTAG. Controle de validade sem erros e sem pagar caro por isso. 2012. Disponível em: https://xmenu.com.br/xmenu-tag/. Acesso em: 1 nov. 2025.

ZARO, Marcelo. **Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. 2018.

Apêndice A - Etapas desenvolvidas no Estado da Arte

Questões de Pesquisa

Para a elaboração das Questões de Pesquisa (QP), buscou-se analisar o tema em questão (Desenvolvimento de um Sistema de Etiquetagem com Visão Computacional para Pequenas Empresas Alimentícias) e suas funcionalidades, como etiquetagem, rastreabilidade, controle de validade e inteligência artificial para previsão da validade de alimentos.

Dessa forma, foram feitas cinco questões para o mapeamento sistemático:

- QP1: Quais sistemas de etiquetagem e rotulagem de alimentos foram desenvolvidos e quais as suas funcionalidades?
- QP2: Quais métodos são utilizados para rastreabilidade e controle de validade de alimentos?
- QP3: Como a inteligência artificial e a visão computacional têm sido aplicadas na indústria alimentícia?
- QP4: Quais tecnologias são mais utilizadas no desenvolvimento de sistemas inteligentes voltados ao setor alimentício?
- QP5: Quais desafios as pequenas empresas enfrentam na adoção de sistemas automatizados de etiquetagem e controle de validade?

Condução da Busca

Com o objetivo de encontrar artigos relacionados ao tema, foram criadas várias combinações diferentes com termos em inglês e português, principalmente com as seguintes palavras-chaves: etiquetagem, controle de validade, controle de estoque, rastreabilidade e visão computacional. Foram feitas várias junções entre as palavras-chaves e outros termos como: inteligente, *QR Code*, *freezer*, setor alimentício e alimentos. As buscas foram feitas por meio do Google Acadêmico[8], Repositório Institucional do Conhecimento (RIC - CPS)[9] e BASE (Bielefeld Academic Search Engine)[10]. Algumas buscas retornaram muitos resultados, porém grande parte foi descartada por não corresponder ao foco da pesquisa. Segue abaixo o Quadro A.1 com as principais *strings* de busca e resultados:

Quadro A.1 - *Strings* de busca para Mapeamento Sistemático

[8] https://scholar.google.com/?hl=pt-BR
[9] https://ric.cps.sp.gov.br/
[10] https://www.base-search.net/

***Strings* de busca**	**Resultados Aproximados**	**Resultados lidos/analisados**	**Fonte**
"etiquetagem inteligente de alimentos" AND "freezer" OR "smart food labeling" AND "freezer"	50	2	Google Acadêmico
"etiquetagem QR Code" AND "alimentos" AND "freezer" OR "QR Code labeling" AND "food" AND "freezer"	30	5	Google Acadêmico
"controle de validade de alimentos" AND "freezer" OR "food expiration date control" AND "freezer"	102	3	BASE
"controle de estoque de alimentos" AND "freezer" OR "stock control food" AND "freezer"	38	2	RIC - CPS
"rastreabilidade de alimentos" AND "controle de validade" AND "freezer" OR "food traceability" AND "validity control" AND "freezer"	99	3	Google Acadêmico
"visão computacional e alimentos" AND "freezer" OR "computer vision and food" AND "freezer"	649	3	Google Acadêmico
"etiquetagem e controle de validade" AND "estoque" AND "alimentos' AND "freezer" OR "labeling and control of validity" AND "stock" AND "food" AND "freezer"	69	5	Google Acadêmico

Fonte: Elaborado pela autora. 2025

Análise dos Artigos

Para a análise dos artigos, foi necessário determinar alguns Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE). E assim artigos e pesquisas relacionados ao desenvolvimento de um sistema de etiquetagem com visão computacional para pequenas empresas alimentícias foram encontrados para o processo de classificação e extração de dados. Os Critérios de Inclusão para a pesquisa foram:

- Artigos escritos em português ou em inglês.
- Artigos completos.
- Artigos publicados a partir de 2014.

Com os artigos separados com o Critério de Inclusão, estabeleceu-se os Critérios de Exclusão:

- Artigos duplicados.
- Arquivos que não puderam ser acessados.
- Artigos nos quais a expressão de busca seja satisfeita com os termos presentes apenas nas referências, biografia do autor, agradecimentos ou conclusão.
- Trabalhos puramente teóricos ou informativos, que não apresentavam um produto, sistema, aplicação ou solução prática relacionada ao tema da pesquisa.

Classificação e extração dos dados

Após os Critérios de Inclusão foram separados doze artigos e pesquisas relacionados ao tema. E com os Critérios de Exclusão foi possível escolher três artigos para análise e extração de dados. Em seguida, com os artigos e pesquisas definidos, começou o processo de leitura e obtenção das informações e dados relevantes ao tema, conforme o Quadro A.2. Com as mesmas palavras-chaves para a busca de artigos foi encontrado no Google cinco aplicativos relacionados ao tema de etiquetagem, todos são muito parecidos. Trago abaixo o nome de todos, com a extração de dados do “Suflex Tecnologia Ltda” de exemplo. E em relação à IA para previsão de validade por imagem foram encontrados dois *softwares* que analisam o frescor e vida útil dos alimentos. Dessa forma, no total foram 10 soluções estudadas.

Quadro A.2 - Atributos utilizados no mapeamento

Atributo	Descrição
Autor/Ano	Nome do autor e ano da publicação
Finalidade do Trabalho	Objetivo da pesquisa desenvolvida
Segmento	Segmento/Setor
Solução/Resultados	Solução ou Resultados encontrados pelos autores
Problemas	Problemas descobertos no desenvolvimento ou nos estudos feitos pelos autores

Fonte: Elaborado pela autora. 2025

Sem –Sistema De Etiquetagem Multifuncional

O artigo científico escrito por Rohden e Both (2025) tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema universal para criação e gerenciamento de etiquetas, atendendo a demanda por controle de validade, rastreabilidade e organização dos produtos. Ele se encaixa em diversos segmentos do mercado, como: logística, saúde, comércio, indústria e serviços alimentares, a todo segmento que lida com produtos com validade.

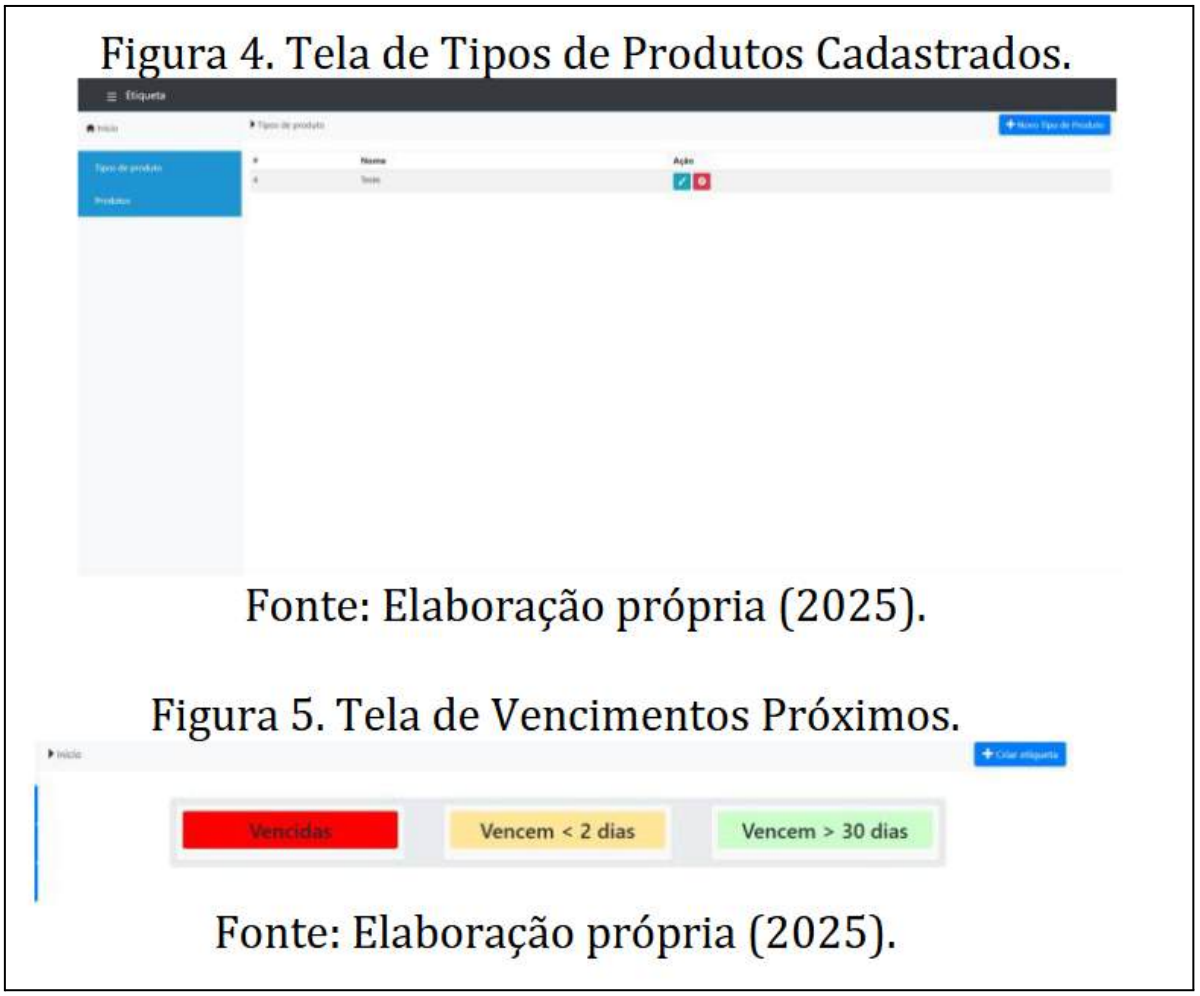
Os acadêmicos observaram a dificuldade que se apresenta em diversas empresas em controlar produtos com validade, diante das normas da vigilância sanitária. A tendência do uso de etiquetas à mão, *softwares* genéricos e planilhas simples, que tomam tempo da equipe e não se adequam à realidade das empresas. Com isso, a solução encontrada foi a elaboração de um *site* com o cadastro de etiquetas e monitoramento da validade, desenvolvido com Java e o *framework* Spring Boot. Java foi escolhido por sua portabilidade, ampla adoção no mercado corporativo, por garantir maior estabilidade e possuir uma grande bibliotecas que facilitam o desenvolvimento ágil e seguro. E o *framework* Spring Boot foi selecionado devido sua modularidade, configuração simplificada e recursos integrados que aceleram o desenvolvimento. E o banco de dados foi feito com MySQL, por sua estabilidade, robustez e popularidade (ROHDEN; BOTH, 2025).

No cadastro das etiquetas, o *site* registra nome do produto, tipo do produto, validade congelado, validade resfriado, validade temperatura ambiente e validade após

abertura. Possui tela para cadastro de tipos de produtos e página para visualização das etiquetas e envio para impressão (ROHDEN; BOTH, 2025).

O projeto, no entanto, deixa para aprimoramentos futuros o suporte *offline*, alertas automáticos de validade e dashboard gerenciáveis, a integração com sistemas IOT para monitorar condições do ambiente como temperatura e umidade, e a automação da impressão para descartar processos manuais. Segue abaixo a Figura A.1 com a visualização das telas de tipos de produtos cadastrados e tela de vencimento das etiquetas (ROHDEN; BOTH, 2025).

Figura A.1 - Telas de tipos de produtos e de vencimentos referente ao trabalho



Fonte: Rohden, Both.2025

***Qr Code* Para Controle De Validade De Produtos Em Um Pequeno Comércio Do Município De Luís Correia**

A Monografia apresentada por Henrique Araújo da Costa ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Piauí (2015) tem com

finalidade a elaboração de um *site* para a criação de *QR Codes* de produtos a fim de sanar o problema de controle de validade para produtos expostos nas prateleiras de lojas.

O segmento que atinge é o comércio que possui a venda de produtos com data de validade. O estudante observou o problema do cliente não ter o costume ou não encontrar o prazo de validade na embalagem e a empresa não conseguir de forma rápida e organizada ver produtos fora da data de validade, diante da correria e diversos produtos nas prateleiras. Com isso trouxe um *site*, feito com PHP para gerar *QR Codes* de produtos com as seguintes informações: código do produto, lote, nome, data de fabricação, data de validade e observações. O projeto contribui para a rotulagem de alimentos, atendendo com a exigência da vigilância sanitária, em que todo produto exposto à venda deve conter denominação do produto (nome de venda), lista de ingredientes, identificação do lote e prazo de validade (COSTA, 2015).

Henrique reforça o uso de *QR Codes* por proporcionar maior velocidade e armazenar diversas informações. Seu *site* não necessitou de um banco de dados, o usuário apenas preenche o formulário e gera o *QR Code* para impressão. Um dos fatores negativos encontrados foi que o projeto ainda exige do cliente, em tomar a iniciativa de ver o *QR Code*, e aumenta o tempo de venda. Para projetos futuros sugere colocar um banco de dados e integrar com algum sistema de comércio eletrônico (COSTA, 2015).

Suflex Tecnologia Ltda

A empresa Suplex Tecnologia Ltda criada em 2019 tem como objetivo disponibilizar uma solução tecnológica para a gestão de cozinhas profissionais, garantindo a rastreabilidade, o controle de validade, a organização operacional e a redução de desperdício. Busca automatizar os processos manuais de etiquetagem que tomam tempo das empresas (SUFLEX, 2025).

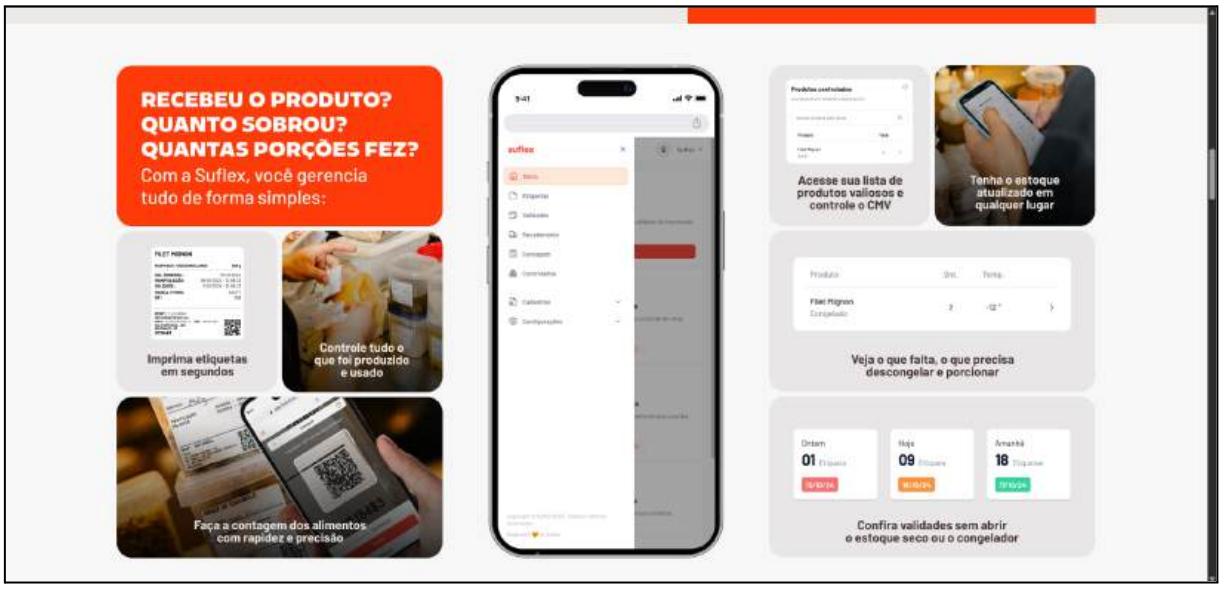
Ela alcança todos os serviços de restaurantes. Permite a criação de etiquetas com nome, tipo, gramas, data de manipulação, data de validade, data de fabricação, marca, SIF, responsável, empresa e *QR Code*. Faz o monitoramento de cada processo, recebimento, produção e venda. Permite através do *QR Code* a contagem e a baixa de produtos do estoque. E fornece relatórios em relação ao controle de validade e estoque (SUFLEX, 2025).

Embora não esteja claro qual linguagem de programação e banco de dados utilizado para o seu desenvolvimento, a empresa oferece acesso via computador, *tablet* ou

celular com navegador. Para seu uso aluga impressora e *tablet*, e envia rolos de etiquetas conforme a necessidade. Possui três planos pagos e para cancelar cobra apenas uma taxa para retirar os equipamentos (SUFLEX, 2025).

Seus desafios no mercado se referem a convencer a empresa na adoção da tecnologia no lugar dos métodos manuais, mostrar de forma clara o retorno financeiro com todo o investimento da empresa na mensalidade e equipamentos, adaptar o sistema a diferentes tipos e tamanhos de negócios e o risco de disponibilizar equipamentos de aluguel (SUFLEX, 2025).

Figura A.2 - Tela inicial Suflex

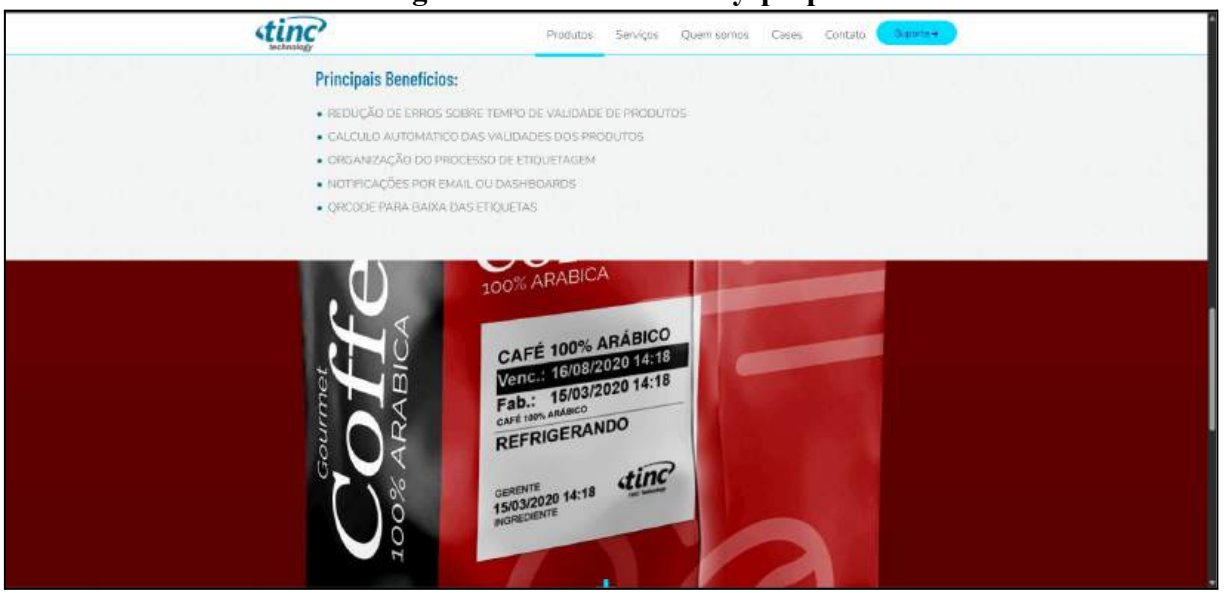


Fonte: Suflex. 2025

Outros aplicativos de etiquetagem

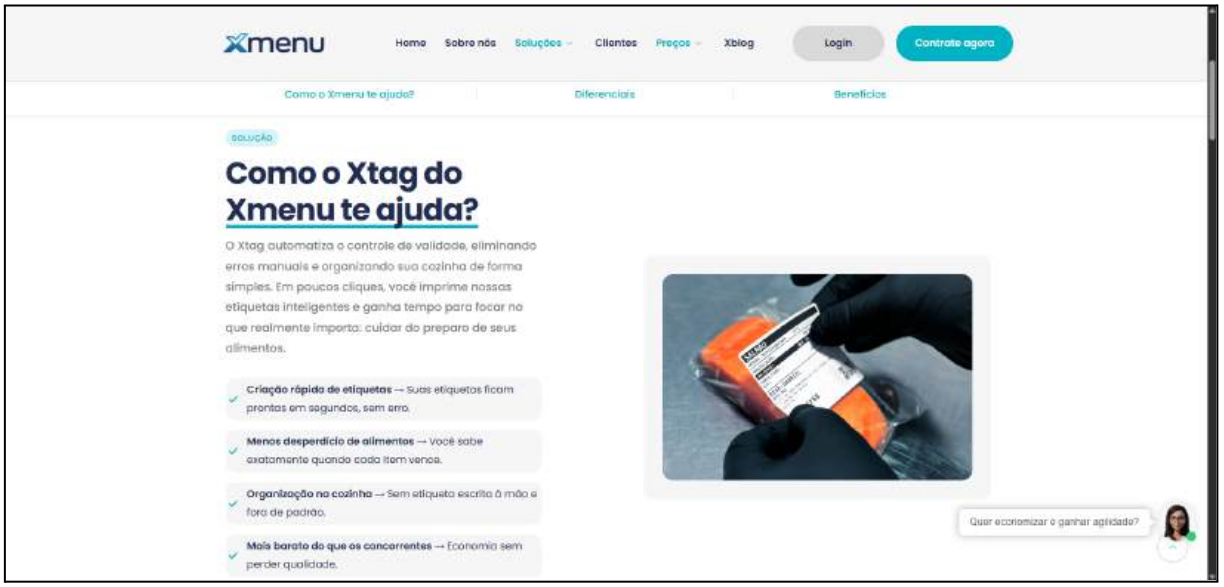
Apresento agora outros quatro aplicativos achados na pesquisa que tem como objetivo solucionar o problema de controle de validade para alimentos da cozinha e automatizar o processo de etiquetagem, são eles: Sysprep, Xtag, Brother e Etiquetando. Primeiramente a Sysprep emite e imprime etiquetas com nome, data de vencimento, data de fabricação, tipo e responsável, tem *QR Code* para a baixa da etiqueta do estoque e faz um controle de validade e estoque das etiquetas (SYSPREP, 2025). O Xtag também emite e imprime etiquetas com nome, tipo, data de fabricação, data de vencimento, lote, responsável e SIF, faz um controle de validade das etiquetas e possui *QR Code* para a baixa da etiqueta do controle (XTAG, 2025). E tanto a solução da empresa Brother como a Etiquetando apenas geram etiquetas e imprimem, sem qualquer controle (BROTHER; ETIQUETANDO, 2025).

Figura A.3 - Tela inicial Sysprep



Fonte: Sysprep. 2025

Figura A.4 - Tela inicial Xtag



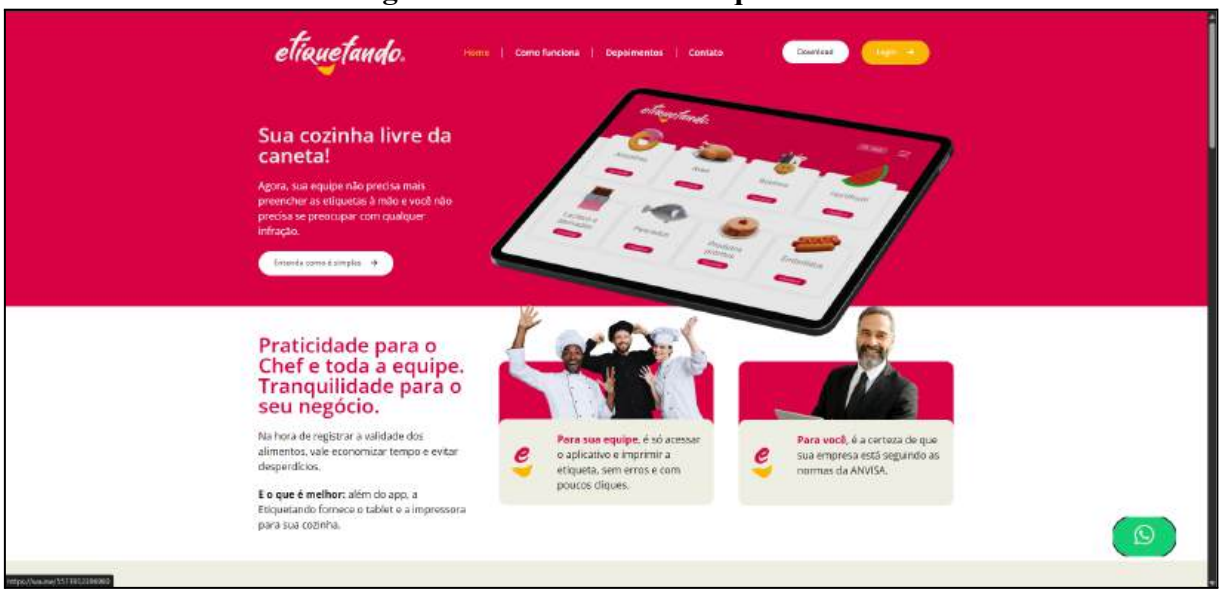
Fonte: Xtag. 2025

Figura A.5 - Tela inicial Soluções de etiquetagem para o controle da validade dos alimentos - Brother



Fonte: Brother. 2025

Figura A.6 - Tela inicial Etiquetando



Fonte: Etiquetando. 2025

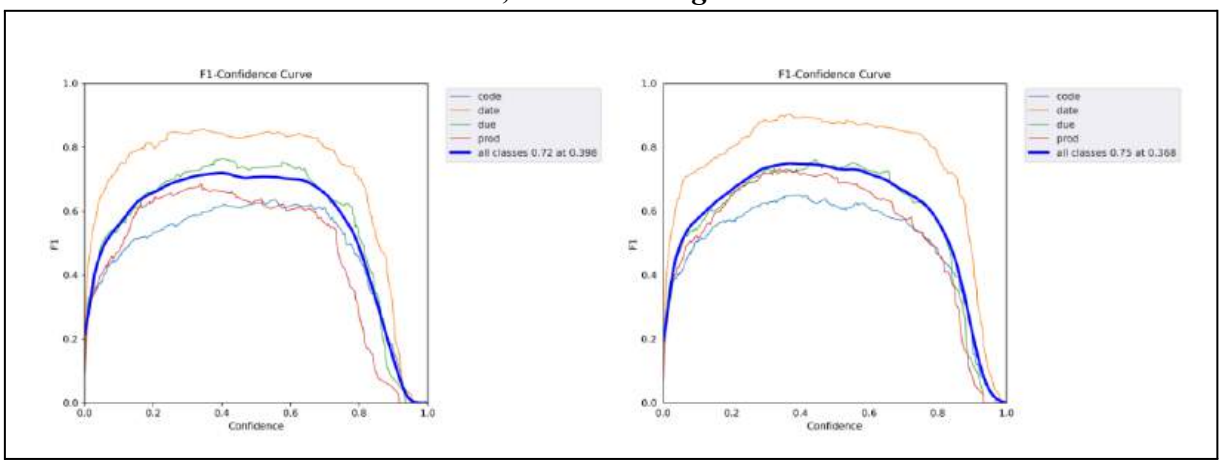
Detecção da Data de Validade em embalagens de produtos com modelo de Redes Neurais YOLO

Lucas Andreotti e Lucas Silveira Kupssinskü em seu estudo “Detecção da Data de Validade em embalagens de produtos com modelo de Redes Neurais YOLO” escrito no ano de 2024 tem como objetivo automatizar a identificação da data de validade em embalagens de produtos, propondo desenvolver um modelo de redes neurais que seja capaz de detectar a região onde a data está.

O problema apresentado é que muitas vezes na área de venda ou armazenamento clientes ou funcionários não vêem a data de validade dos produtos, levam produtos vencidos para a casa, o que gera desperdícios ou problemas oriundos do consumo de itens inválidos. Ele se encaixa em qualquer segmento que lide com produtos com validade, como por exemplo comércio ou saúde.

A solução encontrada foi desenvolver uma inteligência artificial com visão computacional para a identificação da data de validade dos produtos. Os alunos separaram 668 imagens para o *Dataset*, utilizaram Roboflow para as *bounding box*, marcando apenas onde a data se encontra. Realizaram dois *fine-tuning* [11]com 300 épocas e *data augmentation*, utilizando YOLOv5. Com *Python* foi feito um código para mostrar as métricas de Precisão, *Recall*, *F1*, Iou Médio[12] e Dice Médio[13]. A Figura A.7 e A.8 mostram os resultados do *F1-score*, *Precision* e *Recall* do modelo apresentado.

Figura A.7 - Curva *F1* x Confiança em Validação. Na esquerda, sem Data *Augmentation*. Na direita, com *Data Augmentation*



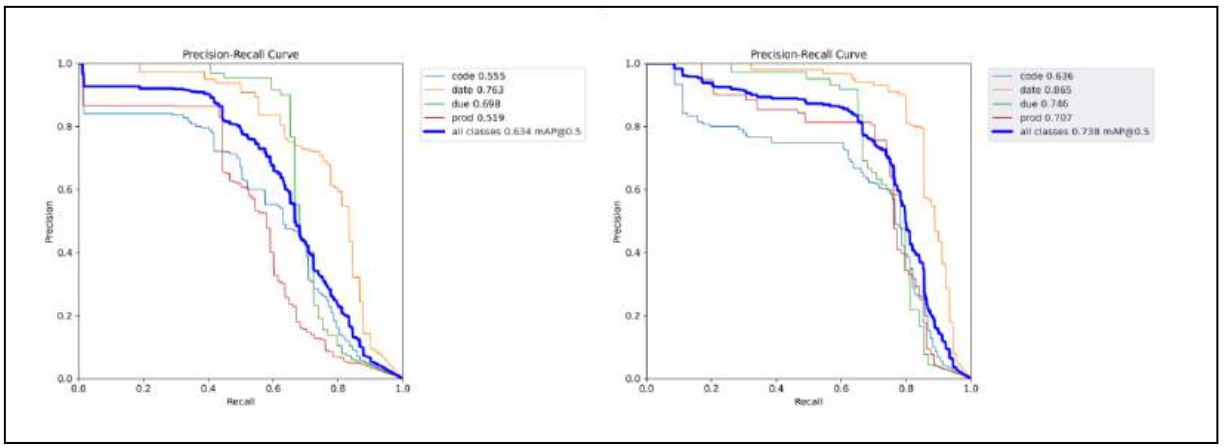
Fonte: Andreotti, Kupssinskü.2024

Figura A.8 - Curva *Precision* x *Recall* em Teste. Na esquerda, sem Data Augmentation. Na direita, com Data Augmentation

[11] Técnica de aprendizado de máquina que consiste em ajustar um modelo previamente treinado em um novo conjunto de dados específico, permitindo melhorar seu desempenho em uma tarefa particular sem a necessidade de treiná-lo do zero.

[12] Métrica utilizada para avaliar modelos de detecção e segmentação, medindo a sobreposição entre a área prevista pelo modelo e a área real (ground truth). Seu valor varia de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam maior precisão na localização.

[13] Métrica de similaridade utilizada principalmente em tarefas de segmentação de imagens, que mede o grau de sobreposição entre duas regiões. Seu valor varia de 0 a 1, onde valores mais altos indicam melhor correspondência entre a predição do modelo e a verdade real.



Fonte: Andreotti, Kupssinskü.2024

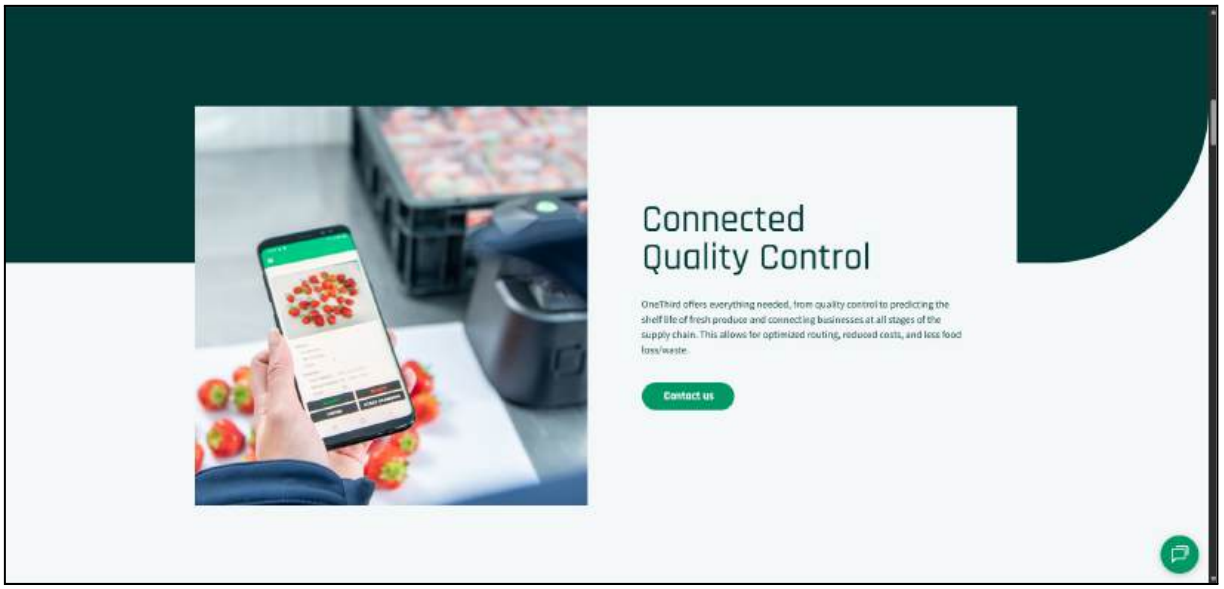
Os problemas encontrados em seu desenvolvimento foram os diversos formatos de data em embalagens, poucas imagens para o *Dataset* e foi necessário primeiro fazer um modelo que identifica onde a data se encontra, deixa para trabalhos futuros a sugestão de uma IA que reconheça os caracteres existentes na data e diga se o produto está vencido, também recomenda capturar mais imagens e fazer mais treinos e testes para a precisão e eficiência do modelo.

Onethird e Evigence

A empresa Onethird, fundada em 2019, e a empresa Evigence, de 2016, trabalham com o objetivo de diminuir o desperdício de alimentos, melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos e permitir decisões mais inteligentes em torno do frescor e vida útil. As duas são direcionadas para o ramo de frutas e hortaliças, monitoram todo o processo de produção, distribuição e varejo, mas avaliam o frescor de formas diferentes.

A Onethird tem um hardware para detecção espectral, uma inteligência artificial que pega, analisa os dados e envia para uma plataforma com os resultados para o cliente. Através de uma foto o aplicativo móvel ou scanner portátil é capaz de avaliar a *shelf-life*, vida útil do alimento, dizendo ao cliente se a fruta ou verdura está com sua vida útil longa, prestes a acabar ou passada. A Figura A.9 mostra a tela inicial da Onethird.

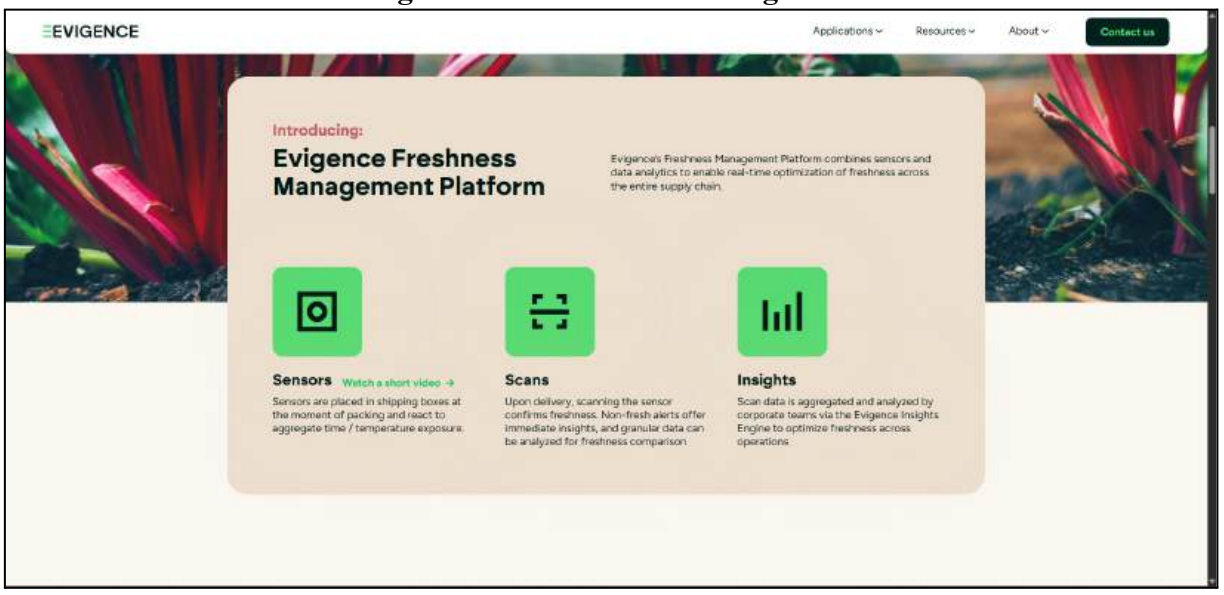
Figura A.9 - Tela inicial Onethird



Fonte: Onethird. 2025

Já a Evigence monitora o processo com sensores, que fazem a varredura dos alimentos e envia dados para uma IA, também avaliando o tempo e a temperatura em que os alimentos se encontram na produção, distribuição e varejo. A IA analisa os dados e mostra os resultados em uma plataforma. A Figura A.10 mostra a tela inicial da Evigence.

Figura A.10 - Tela inicial Evigence



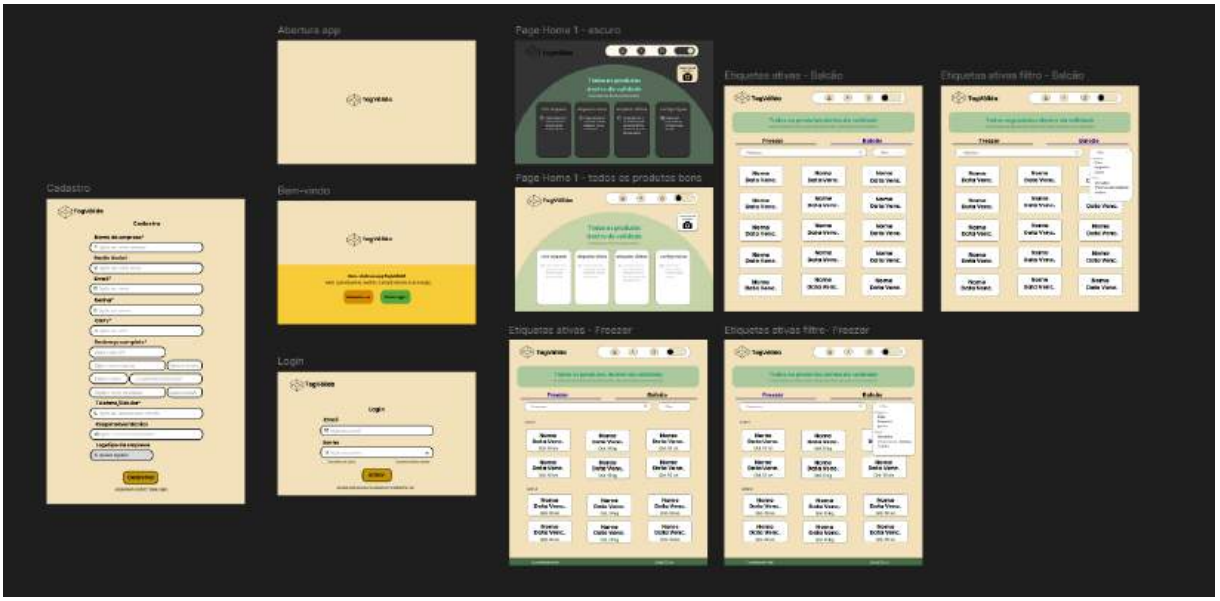
Fonte: Evigence. 2025

Apêndice B - Protótipo do Figma

Este Apêndice contém o protótipo da TagVálida desenvolvida no Figma, durante a etapa de Prototipação do *Design Thinking*. Ele possui desde as telas iniciais da solução computacional considerando versão para um *tablet*, até as telas internas do usuário após a realização do login.

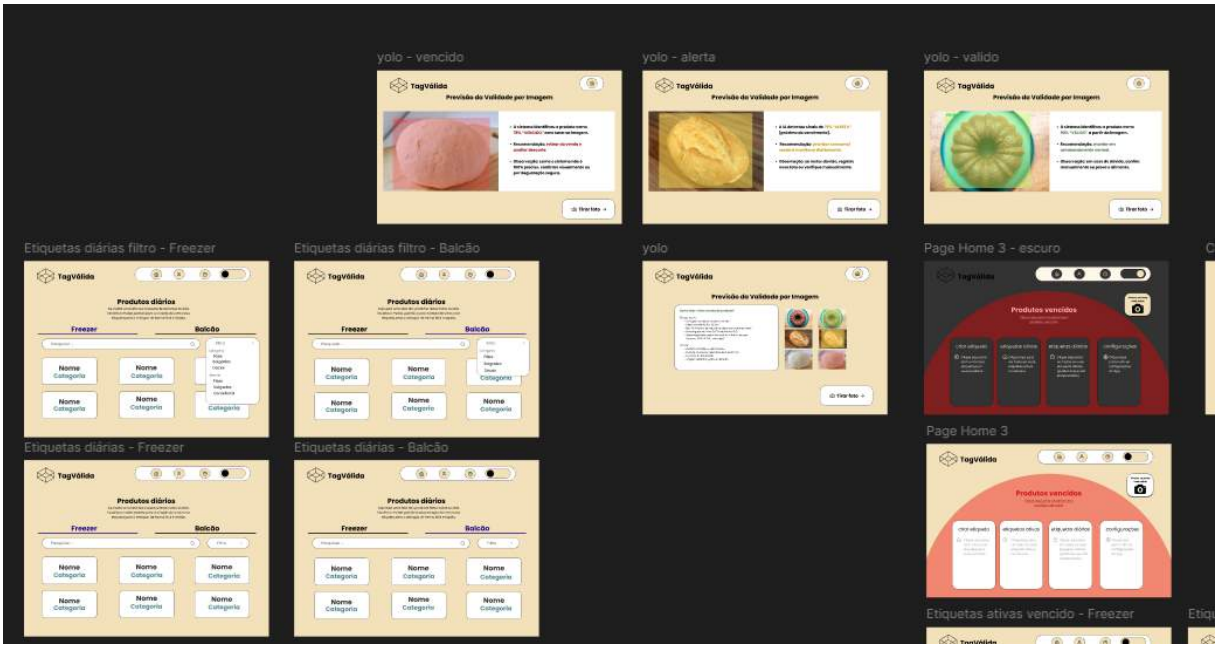
Dessa forma, a solução computacional conta com uma página de abertura, que possibilita a navegação para a página de login ou cadastro. Após efetuado o login, é apresentado a página inicial com as opções para a página de criação de etiquetas, para a página de etiquetas ativas (onde é possível visualizar o estoque e detalhes de cada etiqueta), para a página de etiquetas diárias (modelos prontos das etiquetas já criadas, para facilitar a criação de etiquetas), para a página de configurações (onde é possível configurar categorias, setores, gerar relatórios, acompanhar histórico), para a página de ajuda, para a página de perfil e para a página de prever a validade por imagem. Nas Figuras B.1 e B.2, algumas destas telas desenvolvidas no protótipo podem ser visualizadas.

Figura B.1 - Protótipo Figma



Fonte: Elaborado pela autora a partir do printscreen do Figma. 2026

Figura B.2 - Protótipo Figma



Fonte: Elaborado pela autora a partir do printscreen do Figma. 2026

Apêndice C - Atividades Trello

Este Apêndice apresenta a forma como as atividades das *Sprints* de desenvolvimento foram organizadas na plataforma Trello. Ao todo, foram planejadas 29 *Sprints*, cada qual com uma funcionalidade do sistema, possuindo Descrição, Critérios de Aceitação, Estimativa de esforço, Prioridade (Alta, Média e Baixa) e *Status* (*Backlog* do Produto, A fazer, Em andamento, Testado e Concluído), desenvolvidas em uma sequência lógica. É possível visualizar os detalhes de cada uma no Quadro C.1.

Quadro C.1 - Quadro de *Sprints*

Sprint	**Descrição**	**Prioridade**	**Esforço**	**Critérios de aceitação**
EP001 - Geração de Etiquetas	Criar módulo para a geração de etiquetas personalizadas	Alta	5	Permitir gerar etiquetas personalizadas, com alguns campos obrigatórios (nome, categoria, data de fabricação, data de validade);Permitir a criação de campos a serem preenchidos;Permitir salvar na lista de produtos diários;Direcionar para a impressão e posteriormente para o estoque;Gerar *QR Code* com informações sobre a etiqueta;
EP002 - Imprimir Etiquetas	Ao finalizar etiqueta, enviar para a impressora térmica	Alta	5	Permitir imprimir quantas etiquetas quiser; Permitir impressão ao final da criação da etiqueta e na página de detalhes da etiqueta; Configurações tamanho etiqueta
EP003 - Controle de Validade	Criar página capaz de mostrar o total de etiquetas vencidas, próximas do vencimento e boas	Alta	5	Gerar alertas de validade para etiquetas vencidas e próximas do vencimento;Filtro no estoque para mostrar cada tipo; Barra de pesquisa (nome do produto); Utilização de cores e números de forma estratégica
EP004 -	Criar página junto	Alta	5	Mostrar total produzido de

Controle de Estoque	ao controle de validade que mostre o total em estoque de cada produto e o total de todos os produtos, bem como o total de entradas e total de saídas			cada produto;Mostrar total produzido de todos os produtos;Mostrar total de entradas;Mostrar total de saídas
EP005 - Previsão Validade	Desenvolver mecanismo com IA e Visão Computacional para usuário tirar foto e mostrar se o produto está bom, em alerta ou vencido	Alta	5	Coletar imagens; Treinar YOLO;Analisar Testes e Gráficos;Criar orientações para o usuário tirar foto; Mostrar ao usuário se produto bom, em alerta ou vencido; Mostrar porcentagem de acerto
EP06 - Ajustes e Testes	Garantir que todo o app esteja funcionando da maneira correta.	Média	3	Verificar Responsividade;Verificar Validações;Fazer avaliação heurística do trabalho;Testar todas as telas e suas funcionalidades
US001 - Login e Cadastro	Como usuário quero cadastrar minha empresa e fazer login	Média	3	Login com email e senha válido; Mensagens de erro para credenciais erradas; Ao fazer login ser direcionado ao início; Salvar conta no dispositivo; Cadastro com dados válidos; Mensagens de erro para cadastro (validação);Salvar usuário no banco de dados
US002 - Página bem-vindo	Como usuário quero ter uma prévia do app antes de fazer o login	Baixa	2	Opção login e cadastro; Resumo sobre o app; Principais funcionalidades; Tecnologias envolvidas; Contato; Público-alvo
US003 - Página de	Como usuário quero visualizar a	Média	3	Mensagem de início caso produtos bom,em alerta ou

Início	página de início do app com as principais rotas			vencido; Principais rotas dispostas (Criar etiqueta, Etiquetas ativas, Etiquetas diárias e Configurações); Botão rápido para sicronizar com a nuvem
US004 - Página prever validade	Como usuário, quero acessar a página de prever validade de alimentos e conseguir de forma clara obter o resultado da IA a partir de uma foto do alimento.	Alta	5	Adicionar orientações ao usuário de como tirar foto;Botão para tirar foto ou escolher da galeria;Ir para a página de resultado depois de tirar a foto, com resultado, foto com *bounding box*, %confiança, itens detectados, como essa análise ajuda o negócio;Opção para a página de catálogo de alimentos
US005 - Configurações	Como usuário quero ir a página de configurações do app para configurar categorias, setores, etiquetas, impressão…	Média	2	Página de configurações clara, com as rotas certas para cada página a configurar no app: categorias, setores, etiquetas finalizadas, configurações da impressora, *backup* de dados, relatórios e histórico
US006 - Categorias	Como usuário quero criar categorias para meus produtos, com regras de vencimento	Média	2	Permitir criar categoria; Criar regra de vencimento para categoria cadastrada (exemplo: pão - vencimento 7 dias);Salvar categoria; Editar categoria; Excluir categoria;Visualizar todas as categorias; Na área de criar etiqueta, visualizar todas as categorias em select
US007 - Setores	Como usuário quero cadastrar todos os setores/responsáveis do meu estabelecimento	Baixa	2	Adicionar novo setor/responsável;Visualizar todos os setores;Editar nome;Excluir setor; Na área de criar etiqueta, visualizar todos os setores em select
US008 - Gerar	Como usuário	Alta	5	Permitir selecionar tipo de

etiqueta	quero gerar minha etiqueta personalizada			etiqueta; Permitir criar tipo de etiqueta; Permitir salvar tipo de etiqueta; Permitir salvar etiqueta de produto (lista produtos diários); Permitir imprimir quantas quiser
US009 - Visualizar etiqueta	Como usuário quero visualizar todas as etiquetas ativas, bem como os seus detalhes	Alta	5	Ver todas as etiquetas vencidas, próximas do vencimento e boas;Ver total em estoque de cada produto e total geral, bem como total de entradas e total de saídas; Utilizar filtro; Utilizar barra de pesquisa;Visualizar todos os detalhes da etiqueta selecionada; Permitir editar etiqueta; Permitir excluir etiqueta; Permitir visualizar o conteúdo do *QR Code*; Permitir impressão da etiqueta - selecionar total para imprimir; Permitir salvar pdf etiqueta
US010 - Imprimir etiqueta	Como usuário quero imprimir etiquetas	Alta	5	Permitir imprimir quantas quiser
US011 - Etiquetas ativas	Como usuário quero visualizar todas as etiquetas ativas no meu estoque	Alta	5	Mostrar na tela por tipo de etiqueta;Ter barra de pesquisa;Filtro por validade, categoria e setor;Organização estratégica (por categoria, setor e data de validade);Visualizar quantidade de entradas, saídas e total em estoque;Ícones e cores estratégicas;Opção de ver detalhes da etiqueta;Botões de editar e excluir etiqueta
US012 - Etiquetas diárias	Como usuário quero ter uma forma de gerar	Média	5	Templates prontos; Clica no template vai para a página de criar etiqueta com tudo

	etiquetas de forma rápida no meu estoque e assim economizar tempo e esforço.			preenchido, o usuário apenas edita algo e lança no estoque; Barra de pesquisa; Filtro; Organização da página por categoria ou setor; Opção de excluir template
US013 - *Qr Code* etiqueta	Como usuário quero ter a opção de tornar o *QR Code* da etiqueta público ou privado e acessá-lo das duas formas	Média	5	Opção de *QR Code* público ou privado no tipo de etiqueta; Página de scan pelo app para ler *QR Code* privado; Página específica para *QR Code* público; Página específica para *QR Code* privado
US014 - Etiquetas Finalizadas	Como usuário quero visualizar as etiquetas vendidas e canceladas no meu sistema.	Média	5	Visualizar detalhes etiqueta vendida;Visualizar detalhes etiqueta cancelada;Visualizar todas;Botão de reativar no estoque; Barra de pesquisa; Salvar Data de vendida ou cancelada
US015 - Relatórios	Como usuário quero gerar Relatórios de produção e estoque (quantidade produzida, perdas e desperdícios)	Média	5	Permitir selecionar período para relatório;Permitir salvar relatório PDF;Permitir visualizar relatório;Página com gráficos e dados
US016 - Histórico	Como usuário quero ver todo o meu histórico, entradas e saídas	Média	5	Ter todos logs;Permitir selecionar período;Ter filtro;Barra de pesquisa;Permitir salvar PDF;Gerar gráficos
US017 - Catálogo de alimentos	Como usuário quero poder obter informações sobre a deterioração de alimentos, caso a IA não consiga identificar.	Média	2	Exibir lista de alimentos, fotos e informações;Página de detalhes de cada alimento;Barra de pesquisa;Organizar em ordem alfabética
US018 -	Como usuário	Baixa	2	Perguntas frequentes; Telefone

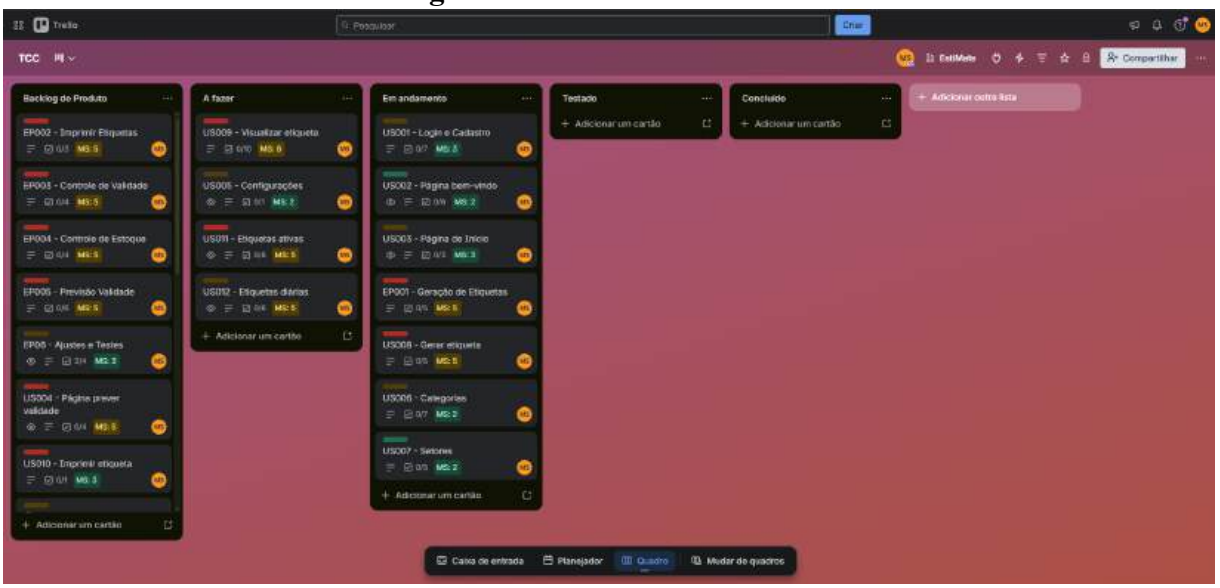
Página de ajuda	quero acessar a página de ajuda e receber suporte conforme a minha dúvida com relação a plataforma			e email para suporte;Vídeos de ajuda
US019 - Perfil do usuário	Como usuário quero visualizar uma página com todos os meus dados	Baixa	3	Opção de editar dados do usuário;Opção de logout;Possibilidade de ver todos os dados cadastrados
US020 - *Backup* de dados	Como usuário quero poder fazer o *backup* de dados, salvar meus dados na nuvem para não perder todos os meus dados em caso de estrago no *tablet*.	Média	5	Organizar *backup* - lista; Mensagem de erro e de sucesso; Tutorial de como fazer
US021 - Erro	Como usuário quero receber mensagem amigável de erro para me conduzir melhor diante de erro com o app	Baixa	2	Caso algum erro no sistema, direcionar o usuário para a página de erro; Dar mensagem de erro de forma amigável; Opção de recarregar página ou voltar para o início
US022 - *Design* etiqueta impressão	Como usuário quero poder personalizar o *design* da etiqueta de determinado tipo para imprimir, e assim poder exibir os itens que eu quiser na etiqueta	Média	5	Exibir tipos de etiqueta do usuário; Pelo tamanho da etiqueta, determinar limite de campos a serem exibidos; Permitir salvar *design* para tipo de etiqueta;Permitir editar *design*; Ter a pré-visualização do *design* em tempo real
US023 - Acessibilidade	Como usuário quero que os sistema seja	Média	3	Ícones e cores certas; Modo claro e escuro; Leitura de voz

	acessível a todos para que todos possam usufruir das funcionalidades do app			

Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Para gerenciar o progresso e facilitar a visualização do *status* das atividades mapeadas, foram criadas cinco colunas no Trello, contendo diferentes grupos de atividades relacionadas às etapas do desenvolvimento. São elas: *Backlog* do Produto, na qual estavam todas as atividades das *Sprints*; A fazer, que reuniu as tarefas prontas para serem iniciadas;Em andamento, com atividades iniciadas; Testes, para verificação e validação das funcionalidades implementadas; e Concluído, com as atividades finalizadas. Na Figura C.3, é possível verificar essa divisão de colunas feita no Trello.

Figura C.3 - Atividades Trello

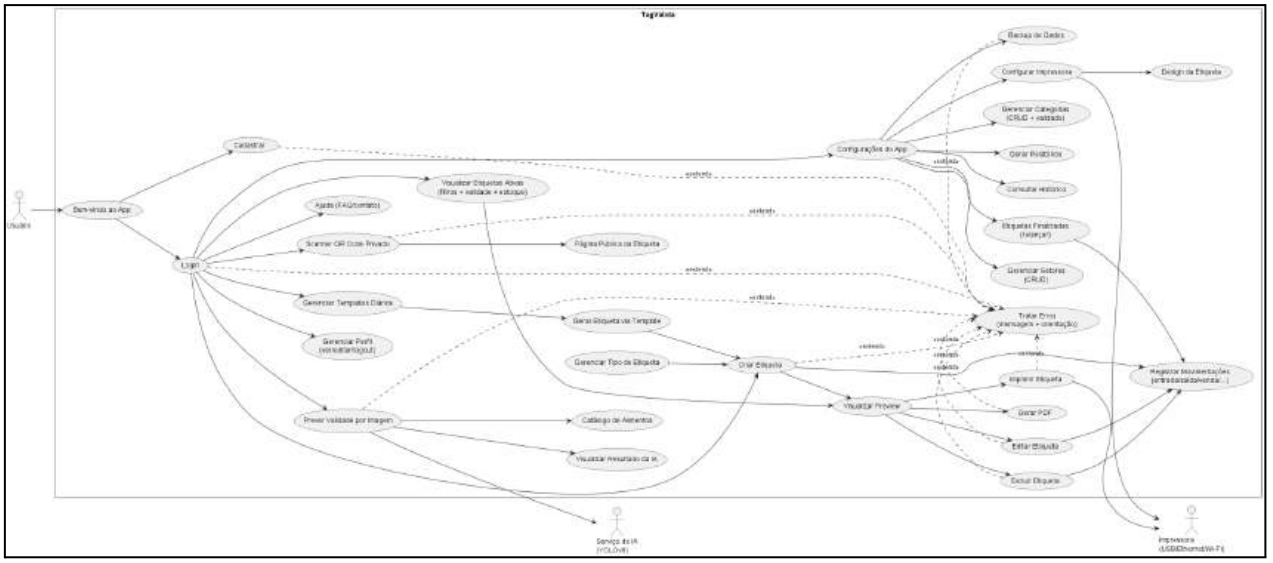


Fonte: Elaborado pela autora a partir do *printscreen* do Trello. 2026

Apêndice D - Diagramas do *Software*

Este Apêndice apresenta todos os diagramas de *software* desenvolvidos para o projeto. Com eles é possível observar diferentes perspectivas do sistema, principais fluxos e como eles se relacionam. O diagrama de casos de uso da Figura D.1 mostra todas as funcionalidades e a quem está relacionado, ao usuário, a impressão ou a inteligência artificial.

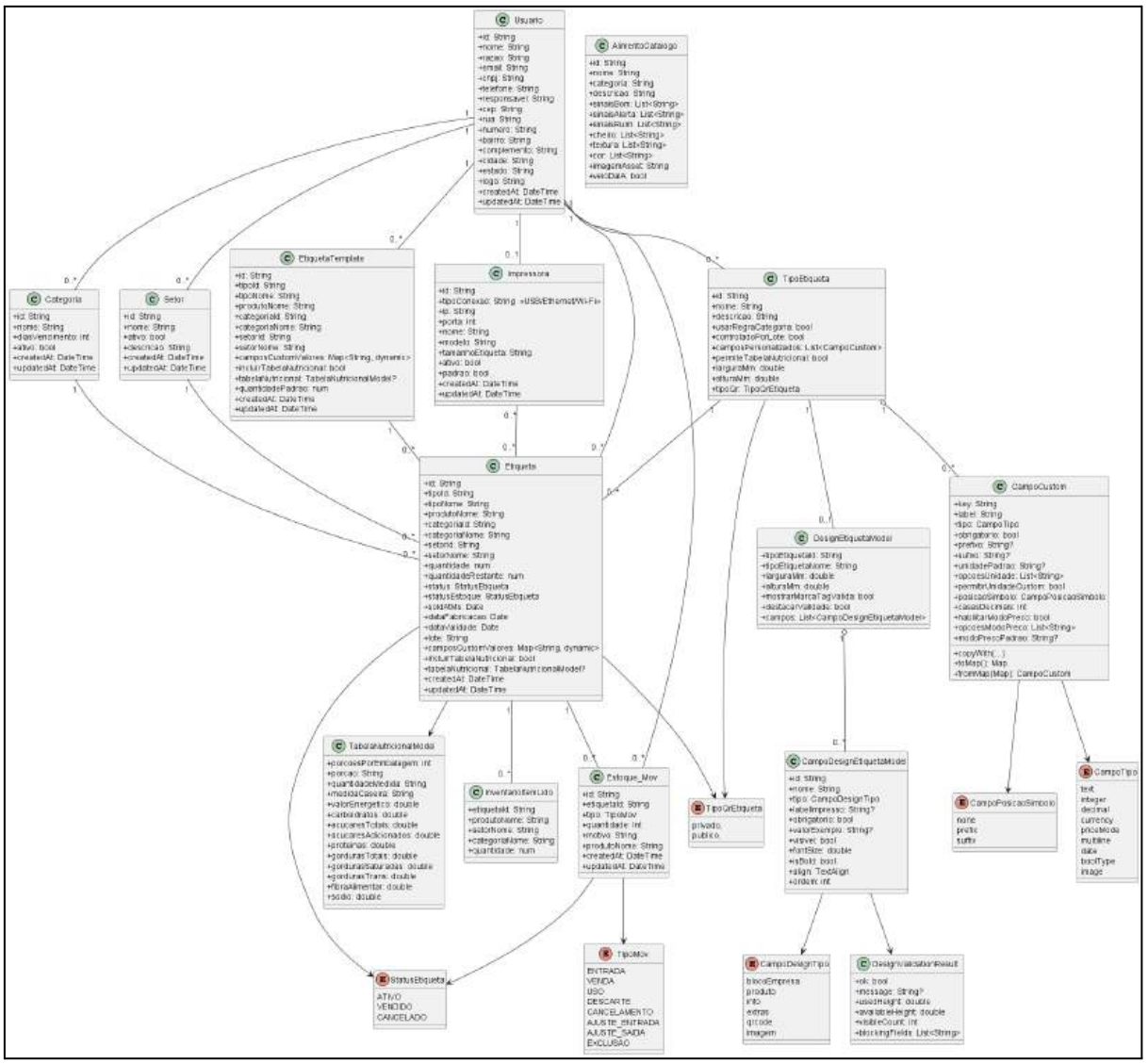
Figura D.1 - Diagrama de casos de uso



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

A Figura D.2 é o diagrama de classes, aqui está toda a estrutura interna do sistema, no caso com as classes de Usuário, Categoria, Setor, Etiqueta, Etiqueta Template, Impressora, Tipo de Etiqueta, Design da etiqueta, Campos Custom, Campo Design Etiqueta, Design Validação, Movimentação do Estoque, Inventário, Tabela Nutricional e Catálogo de alimentos.

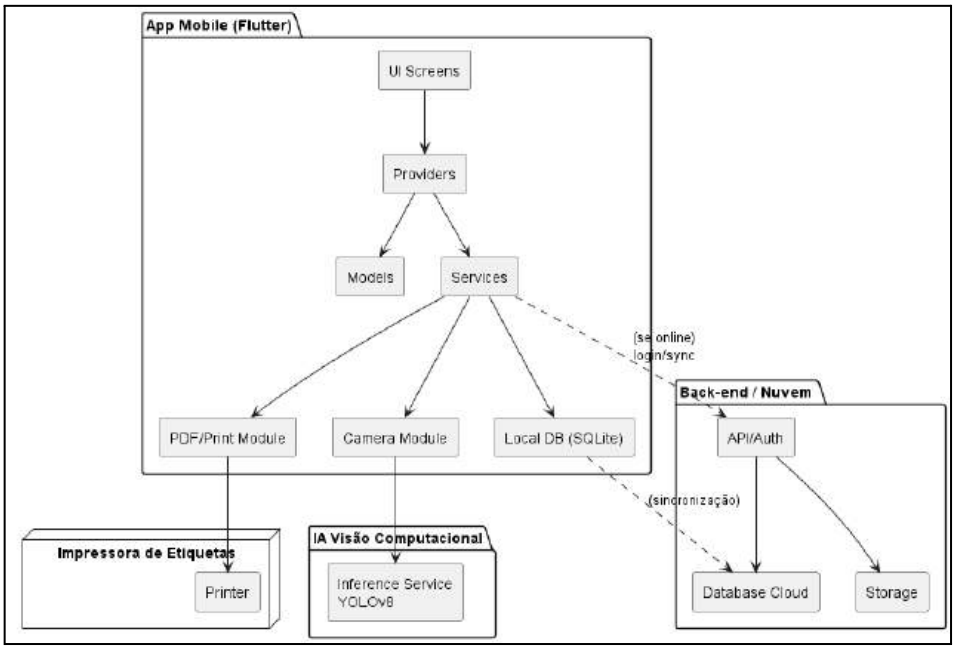
Figura D.2 - Diagrama de classes



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

A Figura D.3 é o diagrama de componentes que mostra todas as partes do sistema (componentes), como estão organizadas e como se comunicam entre si.

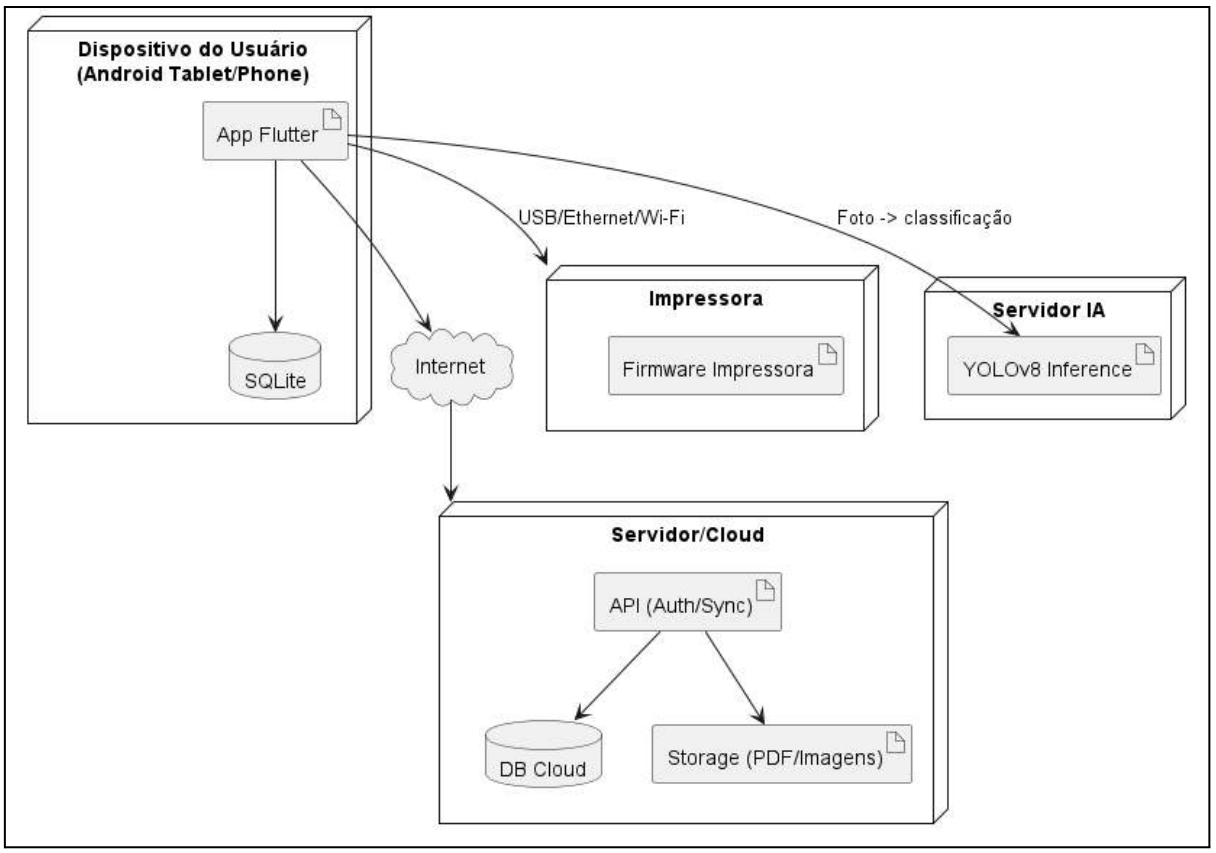
Figura D.3 - Diagrama de componentes



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

A Figura D.4 é o diagrama de implementação, nele de forma técnica mostra como o sistema foi organizado, as tecnologias e componentes usados.

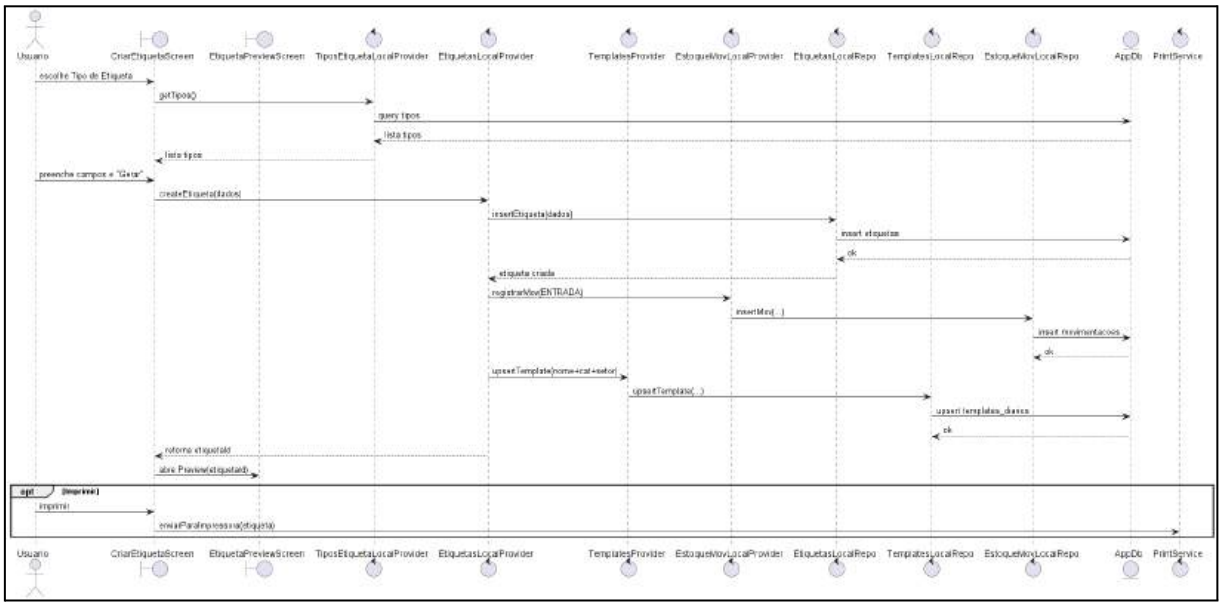
Figura D.4 - Diagrama de implementação



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

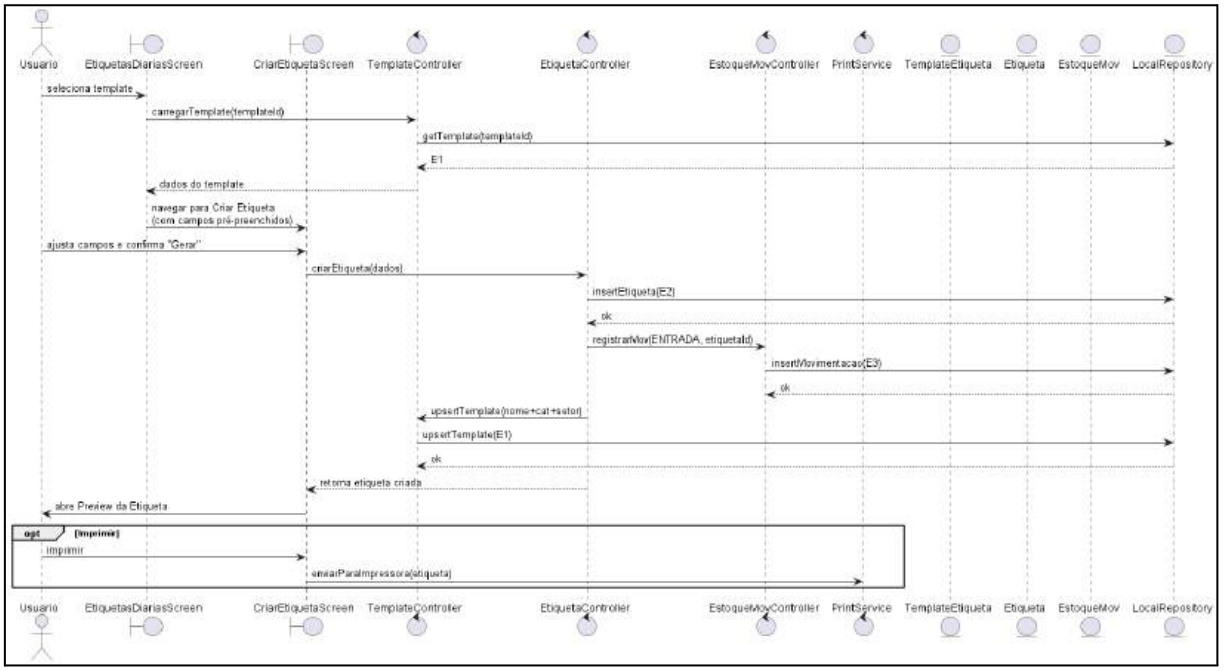
O diagrama de sequência demonstra a ordem das interações de um processo específico do sistema. Na Figura D.5, seria o fluxo normal para criar etiqueta. Na Figura D.6, é o fluxo de forma rápida com o uso do template da etiqueta. E a Figura D.7 é a ordem de interações para a IA de prever o estado de conservação de alimentos.

Figura D.5 - Diagrama de sequência na criação de etiqueta com o fluxo normal



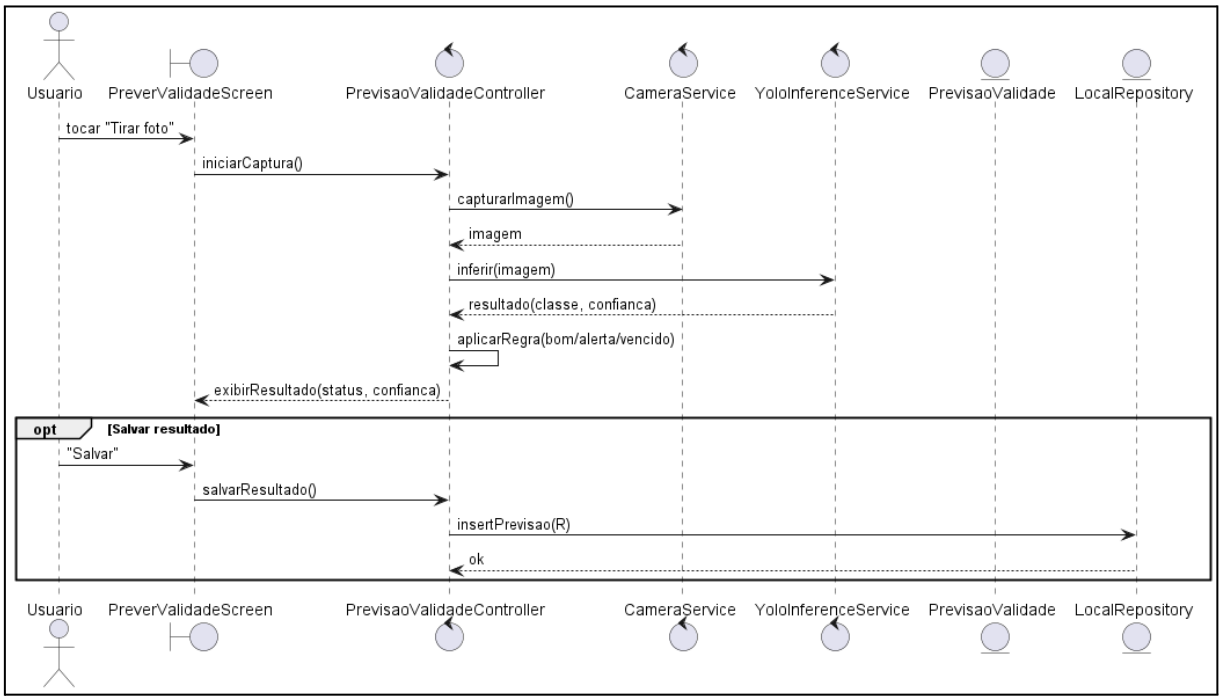
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura D.6 - Diagrama de sequência na criação de etiqueta com o fluxo rápido



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

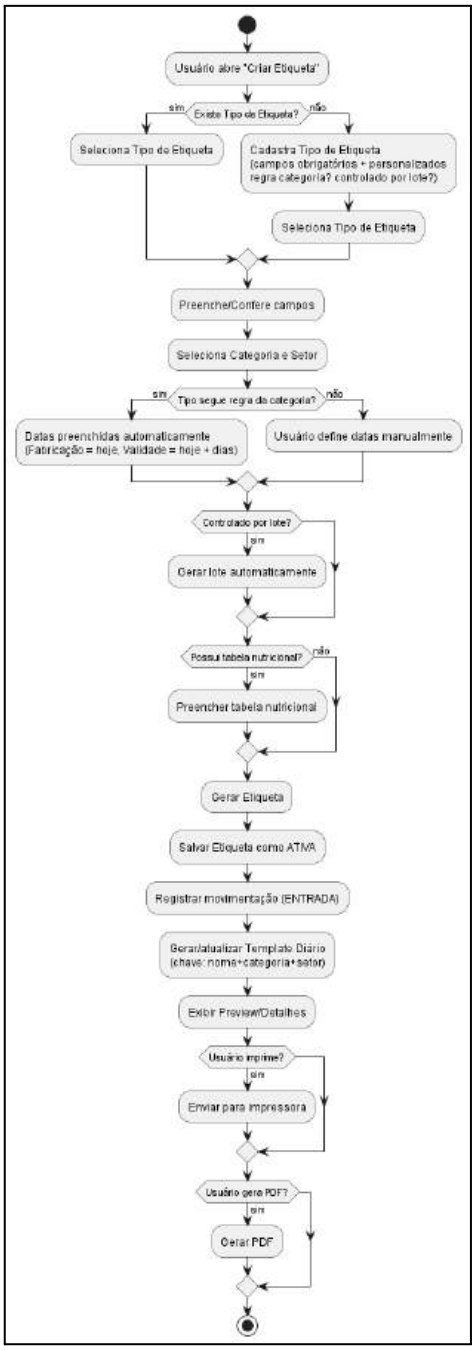
Figura D.7 - Diagrama de sequência para prever a validade



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

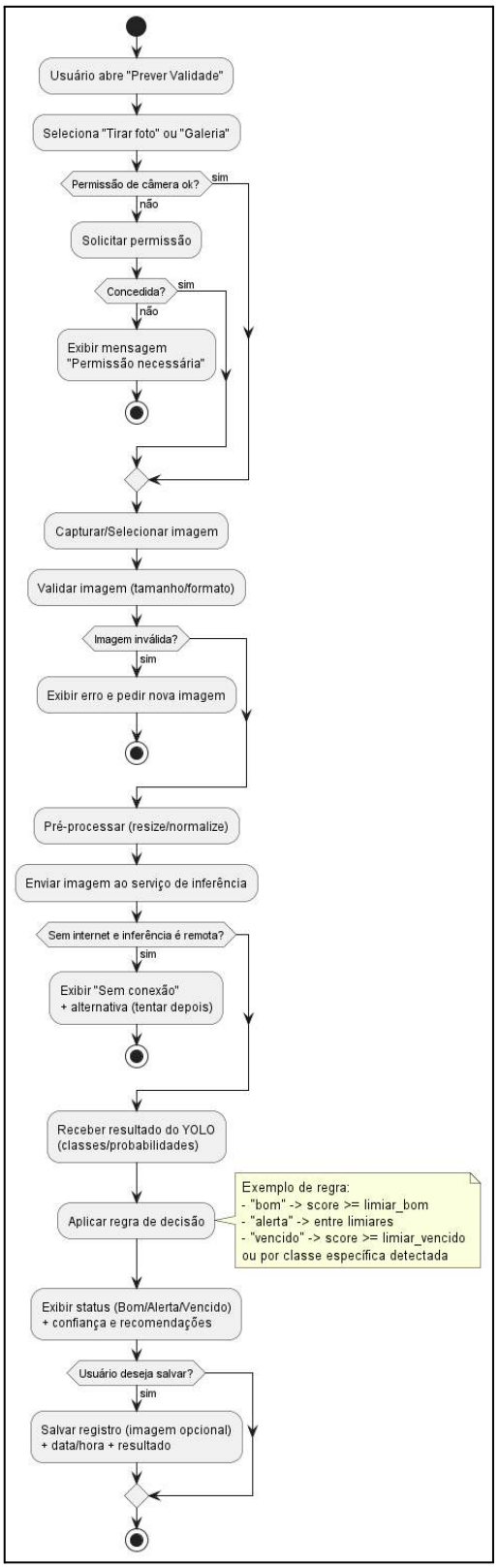
E o diagrama de atividades exibe o fluxo de uma funcionalidade, com começo, decisão e fim. A Figura D.8 mostra o passo a passo de ações para criar etiqueta e a Figura D.9 mostra o passo a passo para prever a validade de alimentos com a IA.

Figura D.8 - Diagrama de atividades para criar etiqueta



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura D.9 - Diagrama de atividades para prever a validade



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Apêndice E - Resultados dos Treinamentos e Avaliação da IA

Neste Apêndice estão expostos os resultados obtidos com o treinamento da inteligência artificial para previsão do estado de conservação de alimentos. O modelo foi separado em detecção e classificação, assim ele identifica o alimento (pão de forma, pão francês, queijo mussarela, croissant, morango ou ovo) e então classifica seu estado (bom, alerta ou vencido).

No que se refere à detecção, tem-se uma tabela E.1 representando os resultados gerais obtidos com o último treinamento. Os resultados evidenciam o excelente desempenho do modelo de detecção, com alta precisão para a localização e identificação dos alimentos.

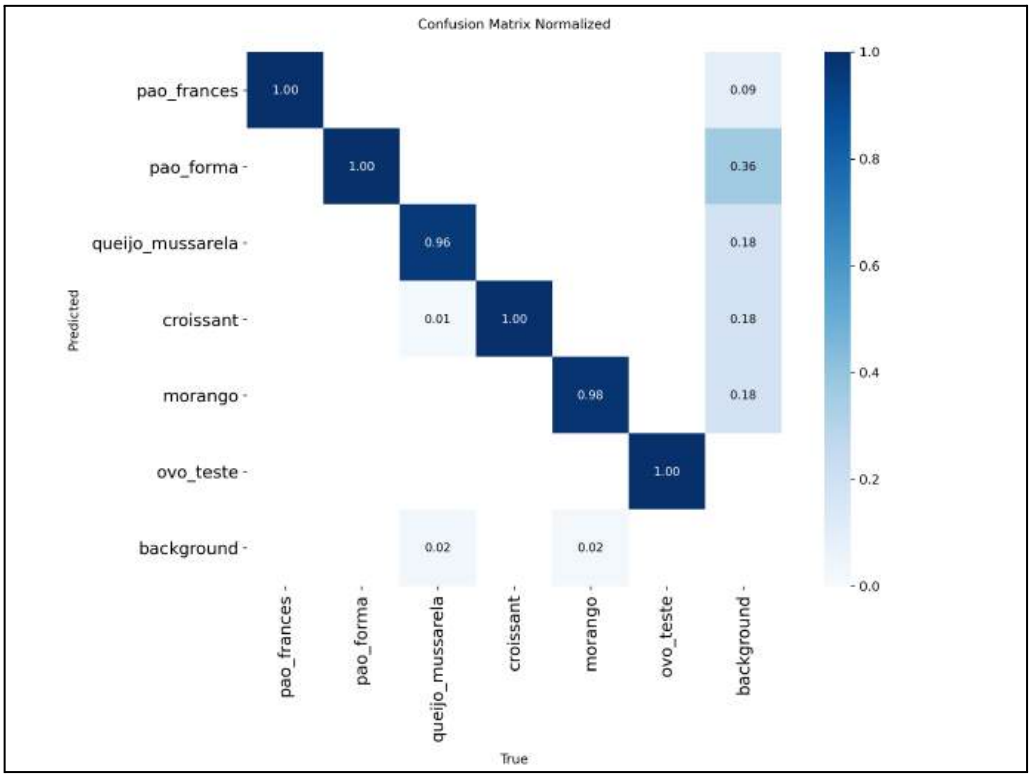
Tabela E.1 - Resultados do Modelo de Detecção

Métrica	Resultado
Precisão	99,13%
Recall	98,54%
mAP@0.5	99,15%
mAP@0.5:0.95	95,83%

Fonte: Elaborado pela autora. 2026

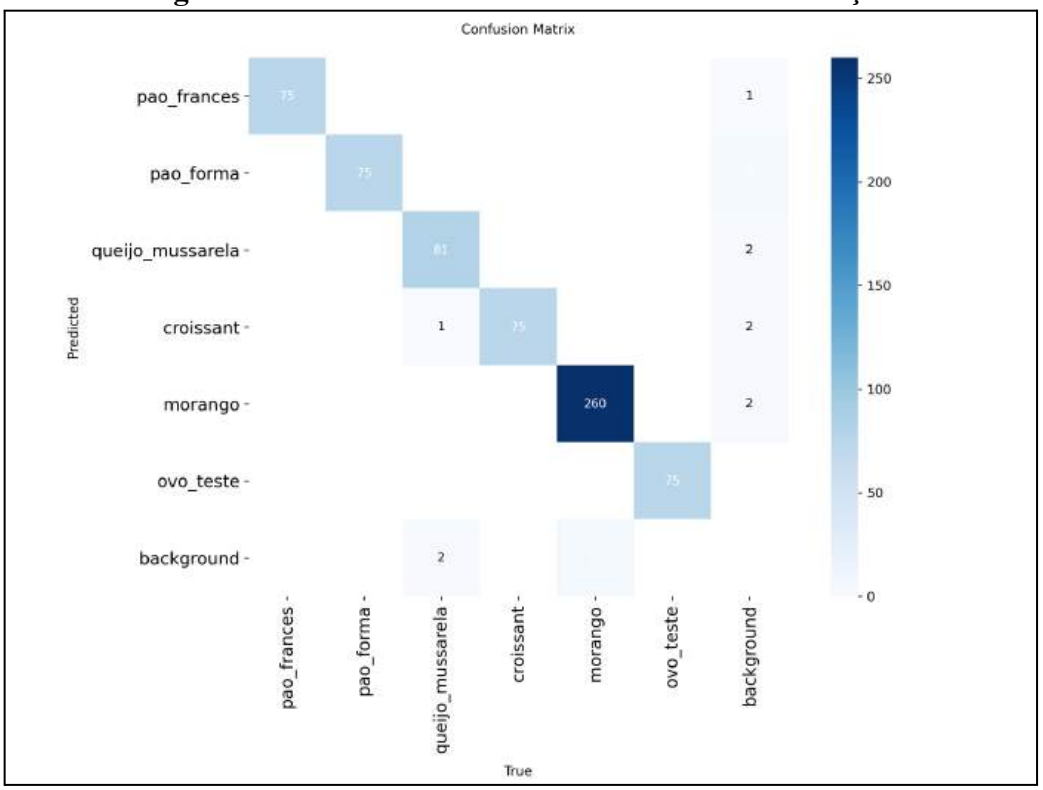
As Figuras E.1 e E.2 apresentam a matriz de confusão do treino de detecção, tabela que mostra o desempenho de algoritmos de classificação, sendo a E.1 de forma normalizada e a E.2 com os valores absolutos. Conforme os resultados pode-se afirmar elevado índice de acertos para a identificação de todas as classes, apenas com uma pequena confusão entre “croissant” e “queijo mussarela”, causada por similaridade de textura e iluminação em determinada imagem.

Figura E.1 - Matriz de confusão normalizada do modelo de detecção



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura E.2 - Matriz de confusão do modelo de detecção

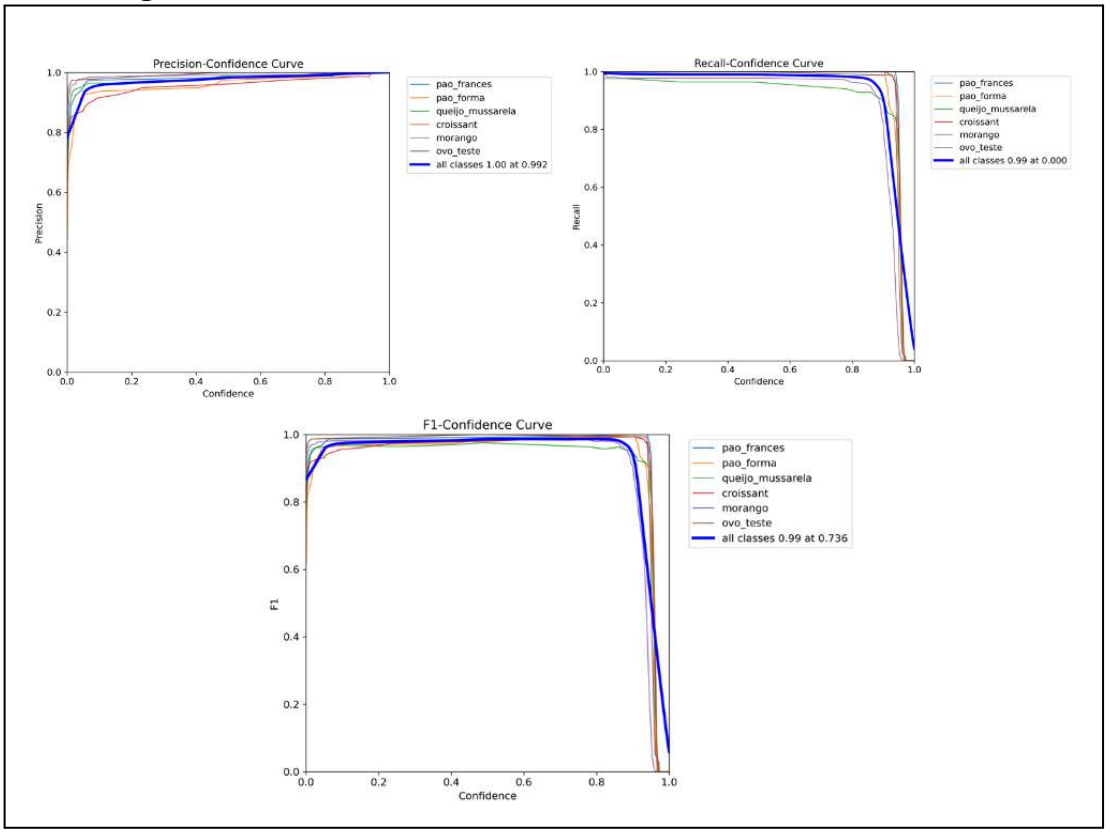


Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Além disso, demonstrado na Figura E.3 estão as curvas de precisão, *recall* e *F1-score*, que confirmam a estabilidade elevada ao longo de diferentes limiares de confiança.

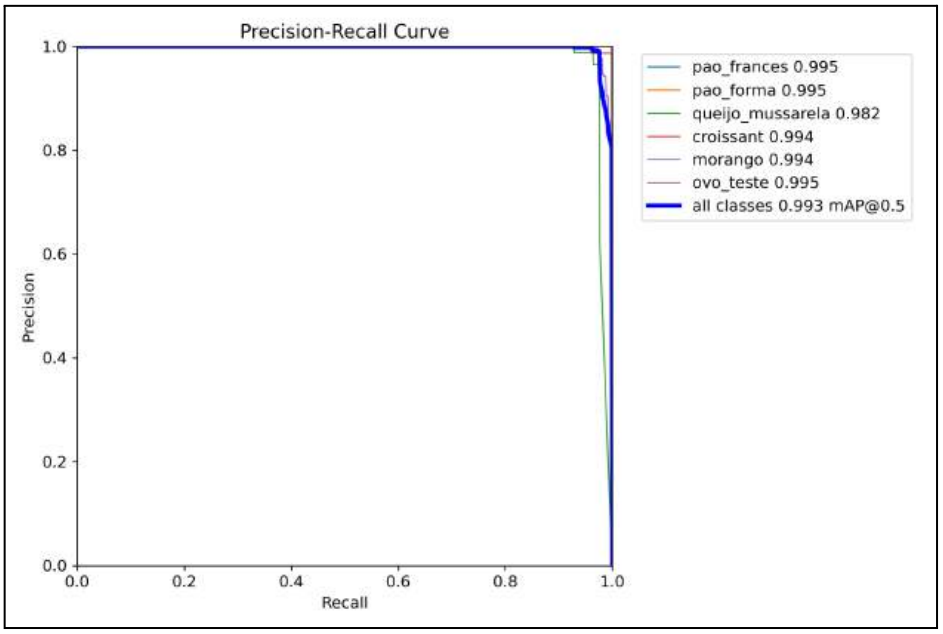
Observa-se capacidade consistente de detecção e baixa ocorrência de falsos positivos. Ademais, a Figura E.4 apresenta a curva *Precision-Recall* do modelo de detecção, com mAP@0.5 (*Mean Average Precision at 0.5 Intersection over Union - IoU*) de aproximadamente 99,3%, medindo o quão preciso é o algoritmo para identificar e localizar os objetos corretos de forma simultânea.

Figura E.3 - Curvas *Precision*, *Recall* e *F1* do modelo de detecção



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

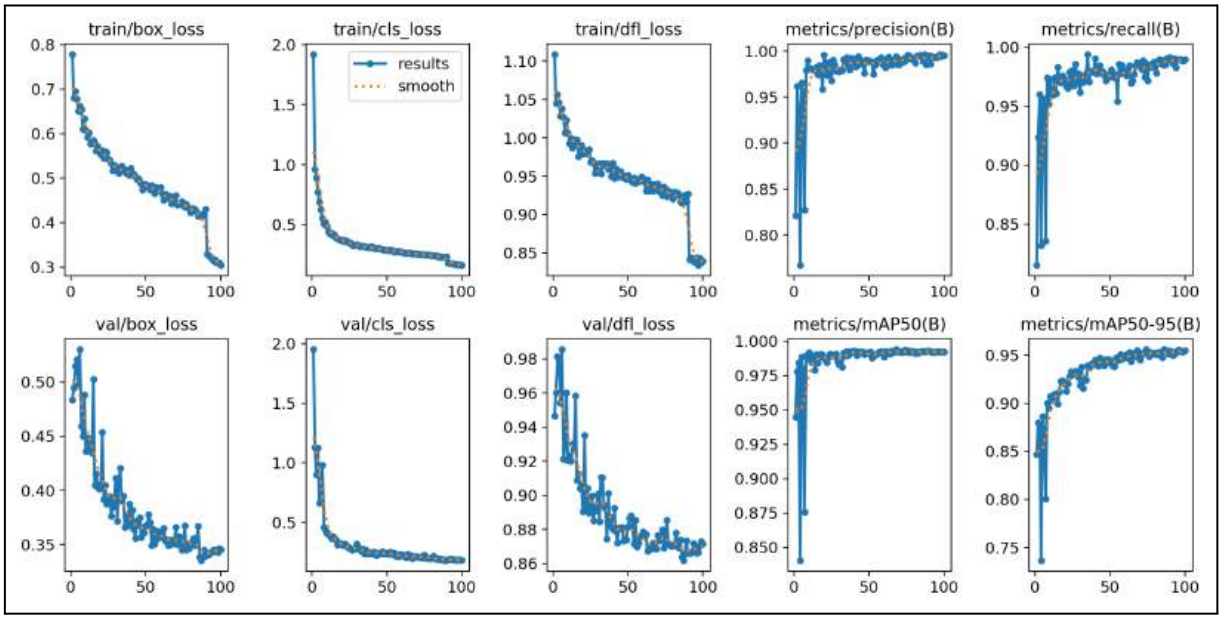
Figura E.4 - Curva *Precision-Recall* do modelo de detecção



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

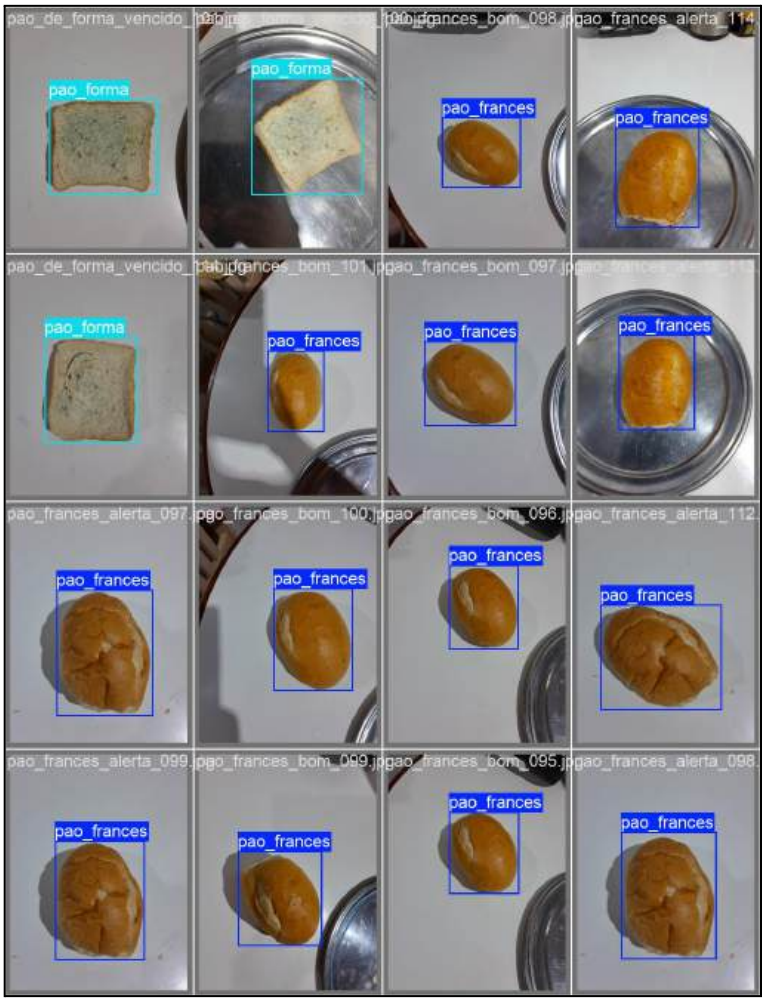
A Figura E.5 exibe as métricas de treinamento do modelo de detecção. De forma geral, demonstra aprendizado consistente do modelo e estabilidade adequada, com redução contínua das funções de perda (*box loss, cls loss e dfl loss*) e aumento progressivo das métricas de precisão e *recall*. E a Figura E.6 mostra exemplos de detecção realizados pelo modelo, com *bounding box* e identificação correta.

Figura E.5 - Curvas de treinamento do modelo de detecção



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura E.6 - Exemplos de detecção realizadas pelo modelo



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Em relação à classificação, os resultados gerais estão apresentados na tabela E.2, mostrando elevado desempenho, com alta capacidade de generalização e classificação correta das imagens no conjunto de teste. A Figura E.7 e a Figura E.8 demonstram que o sistema obteve grande taxa de acerto. Sendo para a classe bom aproximadamente 97% de acerto, para a classe "vencido" 99% de acerto e para a classe "alerta" 100%, com um pouco de confusão entre bom e alerta, o que ainda é esperado, pois as duas classes possuem muitas semelhanças e ainda são seguras no contexto alimentar.

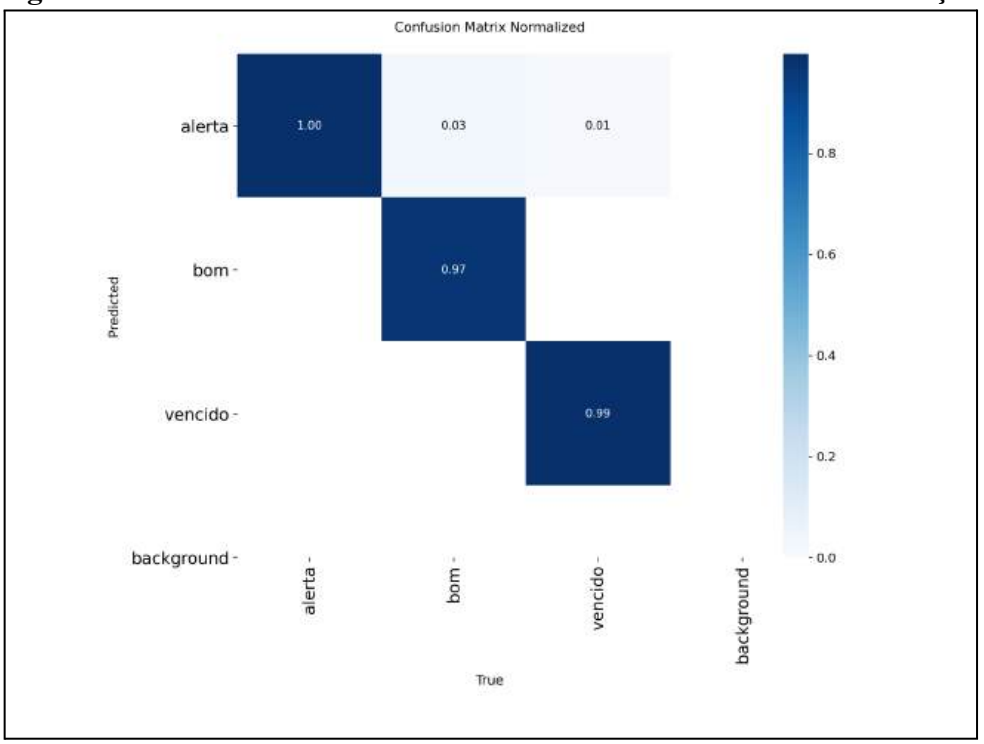
Tabela E.2 - Resultados do Modelo de Classificação

Métrica	**Resultado**
Acurácia	98,69%
Precision Macro	98,74%
Recall Macro	98,69%
F1-Score Macro	98,69%

Total de erros	2

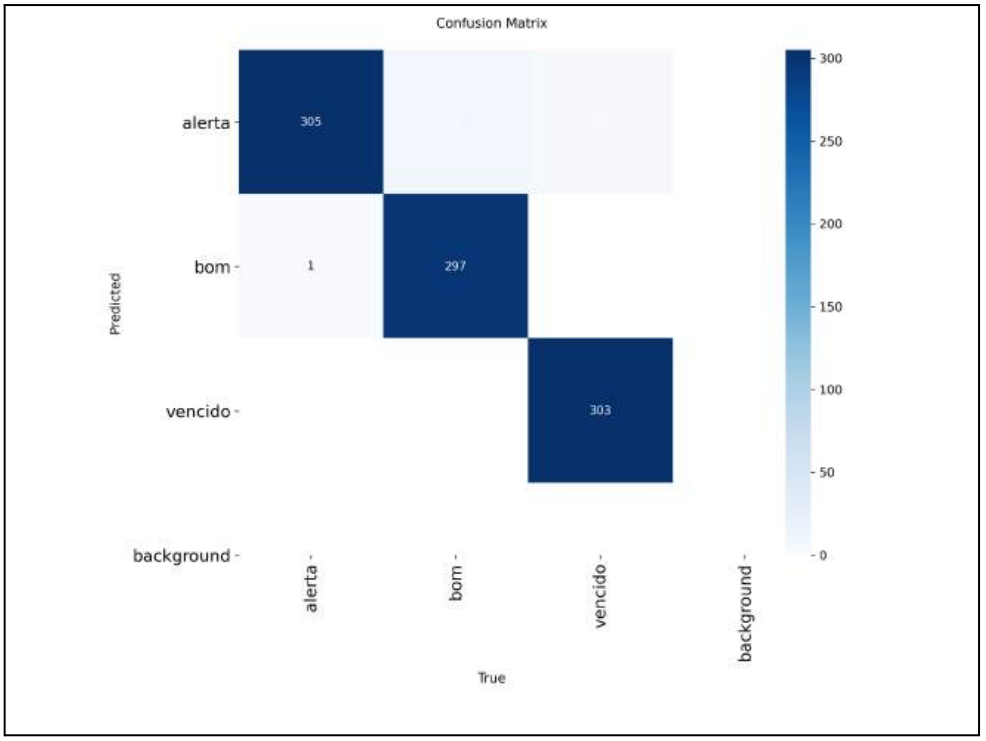
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura E.7 - Matriz de confusão normalizada do modelo de classificação



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

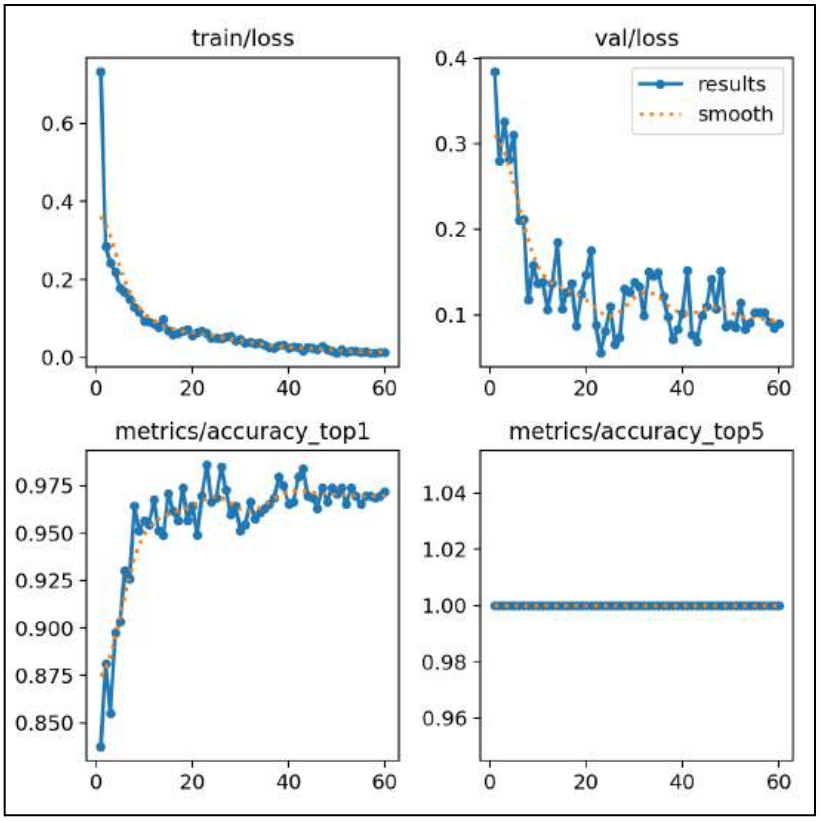
Figura E.8 - Matriz de confusão do modelo de classificação



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

A Figura E.9 exibe as curvas de perda (loss) e acurácia durante o treinamento. De forma geral, demonstra aprendizado consistente do modelo e estabilidade adequada. E a Figura E.10 comprova o resultado com algumas imagens do modelo, indicando a capacidade de reconhecer alterações visuais relacionadas ao estado de conservação dos produtos.

Figura E.9 - Curvas de treinamento do modelo de classificação



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura E.10 - Exemplos de imagens classificadas pelo modelo



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Apêndice F - Resultado Avaliação Heurística

Este apêndice detalha os resultados da Avaliação Heurística conduzida no protótipo funcional do TagVálida, conforme mencionado na seção 5.3. O quadro a seguir lista os principais problemas de usabilidade identificados, a(s) heurística(s) de Nielsen violada(s), a classificação de severidade e as recomendações de melhoria.

Quadro F.1 - Principais Problemas de Usabilidade Identificados na Avaliação Heurística

Problema Encontrado	Heurística Violada	Severidade	Descrição
Necessidade de maior orientação em funcionalidades específicas	10. Ajuda e documentação	Média	Algumas funcionalidades, como *design* da etiqueta ou uso do *QR Code*, podem exigir melhor orientação inicial para novos usuários. Recomenda-se orientar melhor o usuário.
Botão de tirar foto da mesma cor do fundo (não visível)	1. Visibilidade do estado do sistema	Média	Um botão na página de previsão da validade apresentava cor igual ao fundo, dificultando sua visualização e comprometendo a execução de tirar foto ou escolher foto da galeria. **(Erro corrigido)**
Pequena sobrecarga de informações na página de etiquetas ativas	8. Estética e *design* minimalista	Baixa	Telas com muitos campos podem dificultar a leitura e compreensão inicial. Recomenda-se organizar melhor a página.
Pequena sobrecarga de informações na página de detalhes da etiqueta	8. Estética e *design* minimalista	Baixa	Telas com muitos campos podem dificultar a leitura e compreensão inicial. Recomenda-se organizar melhor a página.
Pequena sobrecarga de informações na página de etiquetas finalizadas	8. Estética e *design* minimalista	Baixa	Telas com muitos campos podem dificultar a leitura e compreensão inicial. Recomenda-se organizar melhor a página.
Aprendizado inicial pode exigir adaptação	2. Correspondência entre sistema e o mundo real	Média	Usuários sem familiaridade com tecnologia podem precisar de um breve tempo

			para adaptação ao sistema, principalmente para se acostumar em anotar tudo no aplicativo. Recomenda-se orientar melhor o usuário.
Alguns campos podem exigir maior esforço de compreensão por parte do usuário	6. Reconhecimento em vez de memorização	Baixa	Na página de tipos de etiqueta, principalmente na hora de criar campos para a etiqueta, pode exigir esforço cognitivo desnecessário do usuário. O usuário precisa lembrar o que cada campo faz, e entender de termos técnicos sozinho (como label e key). Recomenda-se orientar melhor o usuário.

Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Apêndice G - Resultados Testes com Usuários

Roteiro de Tarefas

Depois de feita a apresentação, os usuários foram incubidos de realizar algumas tarefas no aplicativo e no *site*, foi utilizado o *e-mail* de teste que já estava sendo usado para teste da solução computacional, dessa forma já havia previamente itens cadastrados, categorias cadastradas, setores cadastrados, tipos de etiqueta cadastrados, entre outras partes do sistema. Além disso, depois de cada tarefa finalizada era voltado o fluxo para a página inicial para iniciar outra tarefa. As seguintes tarefas foram:

- Tarefa 1: Criar etiqueta de qualquer tipo;
- Tarefa 2: Visualizar qualquer etiqueta ativa no estoque;
- Tarefa 3: Escanear um *Qr Code* de uma etiqueta, seja público ou privado;
- Tarefa 4: Ver a validade de uma etiqueta ativa do estoque;
- Tarefa 5: Ir até a página de relatórios e salvar um relatório em PDF, de qualquer período;
- Tarefa 6: Testar a IA com uma foto da galeria do *tablet* e ver o resultado da análise.

Durante a execução dos testes foi medido:

1. Tempo médio por tarefa;
2. Número de erros;
3. Taxa de sucesso (conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu);
4. Número médio de cliques.

Segue abaixo uma referência do que é esperado em cada tarefa com relação às métricas:

- Tarefa 1: Criar etiqueta de qualquer tipo
    - Tempo médio ideal por tarefa: 1 a 2 minutos;
    - Número de erros ideal: até 2 erros leves;
    - Taxa de sucesso ideal (conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu): com ou sem ajuda;
    - Número médio de cliques ideal: 6 a 15 cliques.

- Tarefa 2: Visualizar qualquer etiqueta ativa no estoque
    - Tempo médio ideal por tarefa: 30 segundos a 1 minuto;
    - Número de erros ideal: 0 ou 1;
    - Taxa de sucesso ideal (conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu): com ou sem ajuda;
    - Número médio de cliques ideal: 2 a 4 cliques.
- Tarefa 3: Escanear um *Qr Code* de uma etiqueta, seja público ou privado
    - Tempo médio ideal por tarefa: 1 a 2 minutos;
    - Número de erros ideal: 0 a 1;
    - Taxa de sucesso ideal (conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu): sozinho;
    - Número médio de cliques ideal: 2 a 3 cliques.
- Tarefa 4: Ver a validade de uma etiqueta ativa do estoque
    - Tempo médio ideal por tarefa: 30 segundos a 1 minuto;
    - Número de erros ideal: 0;
    - Taxa de sucesso ideal (conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu): sozinho;
    - Número médio de cliques ideal: 1 a 3 cliques.
- Tarefa 5: Ir até a página de relatórios e salvar um relatório em PDF, de qualquer período
    - Tempo médio ideal por tarefa: 1 a 2 minutos;
    - Número de erros ideal: até 2 erros leves;
    - Taxa de sucesso ideal(conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu): com ou sem ajuda;
    - Número médio de cliques ideal: 4 a 7 cliques.
- Tarefa 6: Testar a IA com uma foto da galeria do *tablet* e ver o resultado da análise.
    - Tempo médio ideal por tarefa: 30 segundos a 1 min;
    - Número de erros ideal: 1 ou 2;
    - Taxa de sucesso ideal(conseguiu fazer sozinho, conseguiu com ajuda ou não conseguiu): com ajuda aceitável;
    - Número médio de cliques ideal: 4 a 6 cliques.

Segue abaixo uma tabela com os resultados de cinco pessoas avaliadas, que passaram pelo processo de teste da solução computacional:

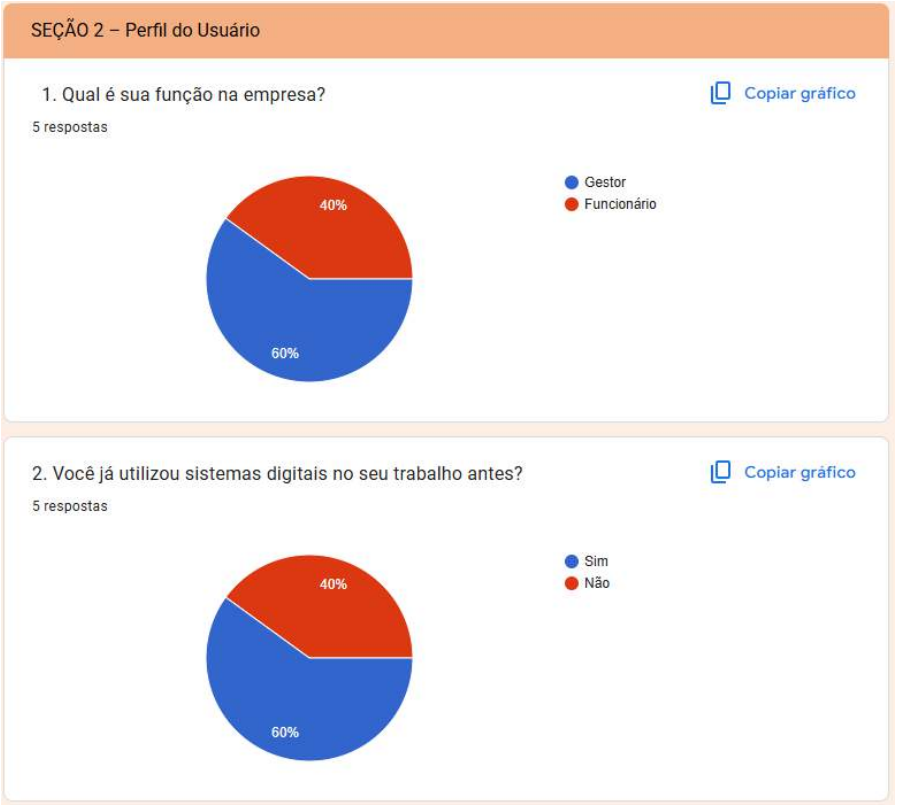
Tabela G.1 - Resultados Teste de Aceitação

Pessoa	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4	Tarefa 5	Tarefa 6
N° 1 (Jovem, Gestor)	Tempo: 01:02 min N° Erros: 0 Sozinho 9 cliques	Tempo: 00:50 min N° Erros: 2 Com ajuda 6 cliques	Tempo: 00:35 min N° Erros: 1 Com ajuda 6 cliques	Tempo: 00:19 min N° Erros: 0 Sozinho 1/2 cliques	Tempo: 00:20 min N° Erros: 0 Sozinho 3 cliques	Tempo: 00:34 min N° Erros: 0 Com ajuda 5 cliques
N° 2 (Jovem, Funcionário)	Tempo: 01:28 min N° Erros: 0 Sozinho 13 cliques	Tempo: 00:04 min N° Erros: 0 Sozinho 2 cliques	Tempo: 00:11 min N° Erros: 0 Sozinho 2 cliques	Tempo: 00:10 min N° Erros: 0 Sozinho 1 cliques	Tempo: 00:15 min N° Erros: 0 Com ajuda 3 cliques	Tempo: 00:13 min N° Erros: 0 Sozinho 5 cliques
N° 3 (entre 50 anos, Gestor)	Tempo: 02:00 min N° Erros: 1 Com ajuda 15 cliques	Tempo: 01:04 min N° Erros: 1 Com ajuda 10 cliques	Tempo: 00:27 min N° Erros: 0 Sozinho 2 cliques	Tempo: 00:30 min N° Erros: 1 Sozinho 2 cliques	Tempo: 00:45 min N° Erros: 2 Com ajuda 7 cliques	Tempo: 00:30 min N° Erros: 0 Com ajuda 5 cliques
N° 4 (entre 50 anos, Gestor)	Tempo: 01:10 min N° Erros: 1 Sozinho 9 cliques	Tempo: 01:00 min N° Erros: 1 Com ajuda 5 cliques	Tempo: 00:30 min N° Erros: 0 Sozinho 5 cliques	Tempo: 00:10 min N° Erros: 0 Sozinho 1/2 cliques	Tempo: 01:03 min N° Erros: 2 Com ajuda 7 cliques	Tempo: 00:35 min N° Erros: 0 Com ajuda 5 cliques
N° 5 (entre 50 anos, Funcionário)	Tempo: 00:46 min N° Erros: 0 Sozinho 9 cliques	Tempo: 00:27 min N° Erros: 1 Com ajuda 3 cliques	Tempo: 00:22 min N° Erros: 0 Com ajuda 2 cliques	Tempo: 00:04 min N° Erros: 0 Sozinho 1 clique	Tempo: 00:13 min N° Erros: 1 Sozinho 3 cliques	Tempo: 00:30 min N° Erros: 0 Com ajuda 5 cliques

Fonte: Elaborado pela autora. 2026

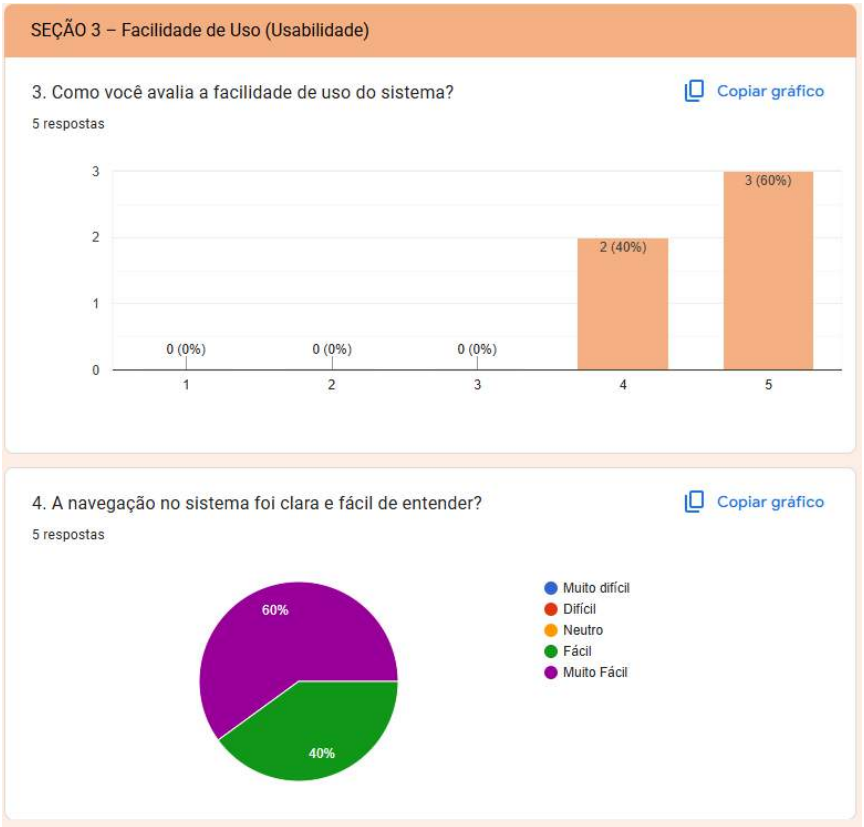
Logo depois dos testes, os mesmos receberam um formulário a fim de coletar comentários, sugestões, observações e real satisfação do cliente em relação ao TagVálida. Segue abaixo Figuras com as respostas de cada seção.

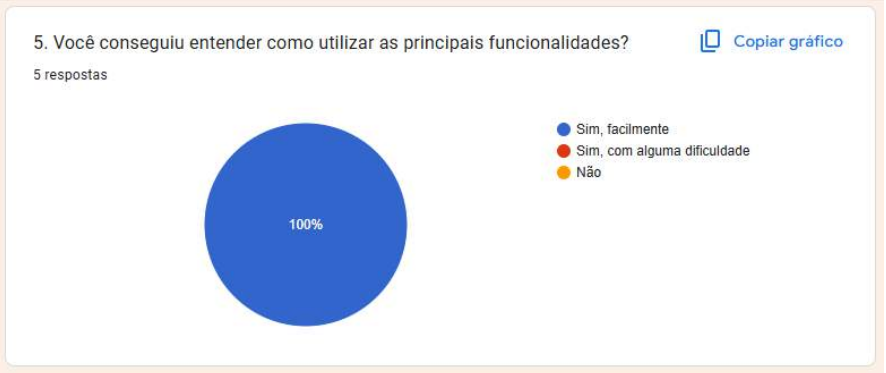
Figura G.1 - Respostas Formulário Seção 2 - Perfil do Usuário



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

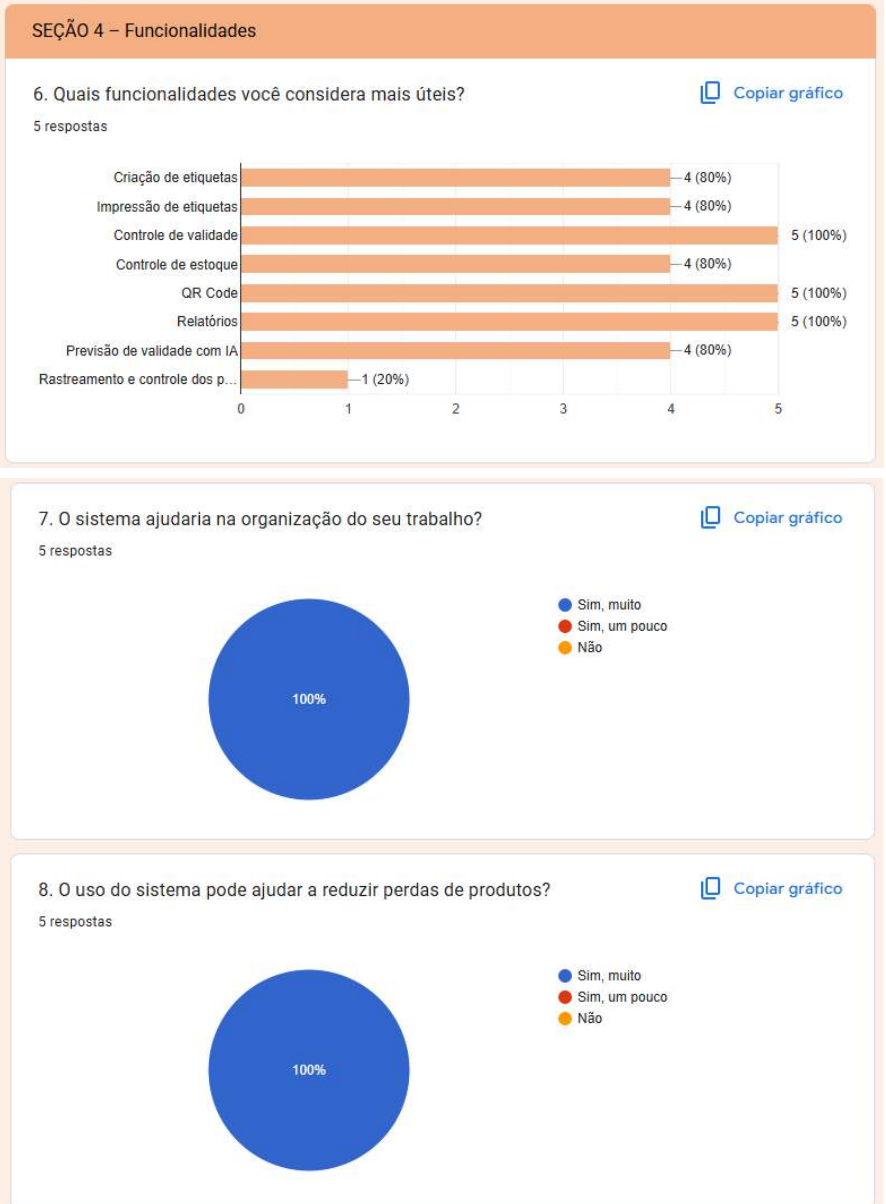
Figura G.2 - Respostas Formulário Seção 3 - Facilidade de uso (Usabilidade)





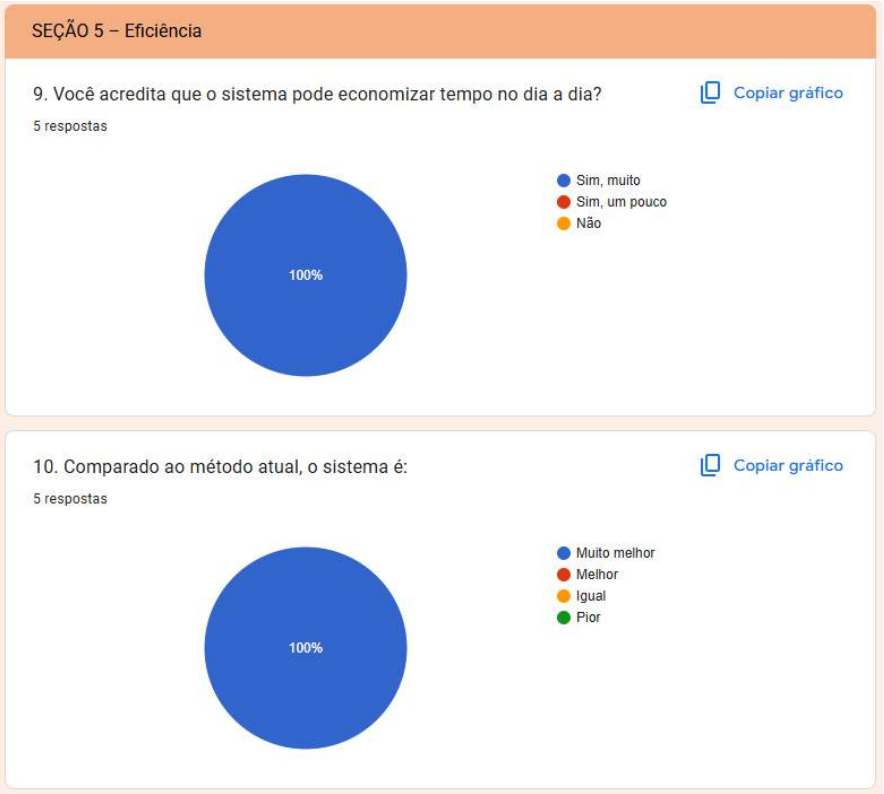
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura G.3 - Respostas Formulário Seção 4 - Funcionalidades



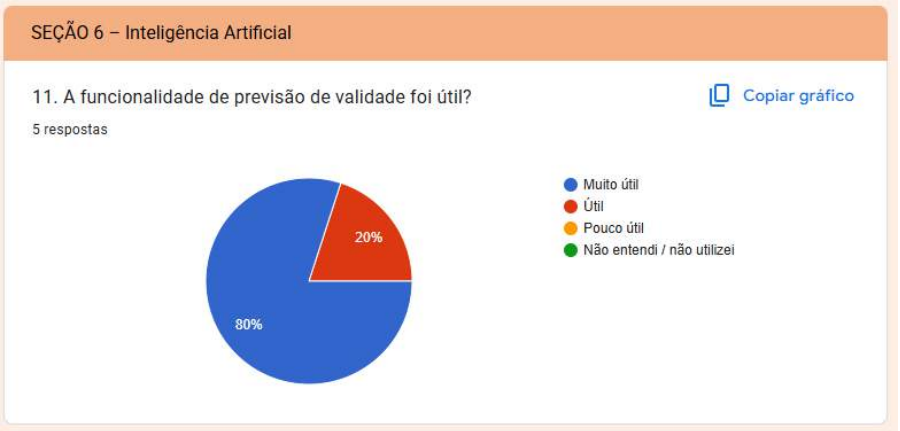
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura G.4 - Respostas Formulário Seção 5 - Eficiência



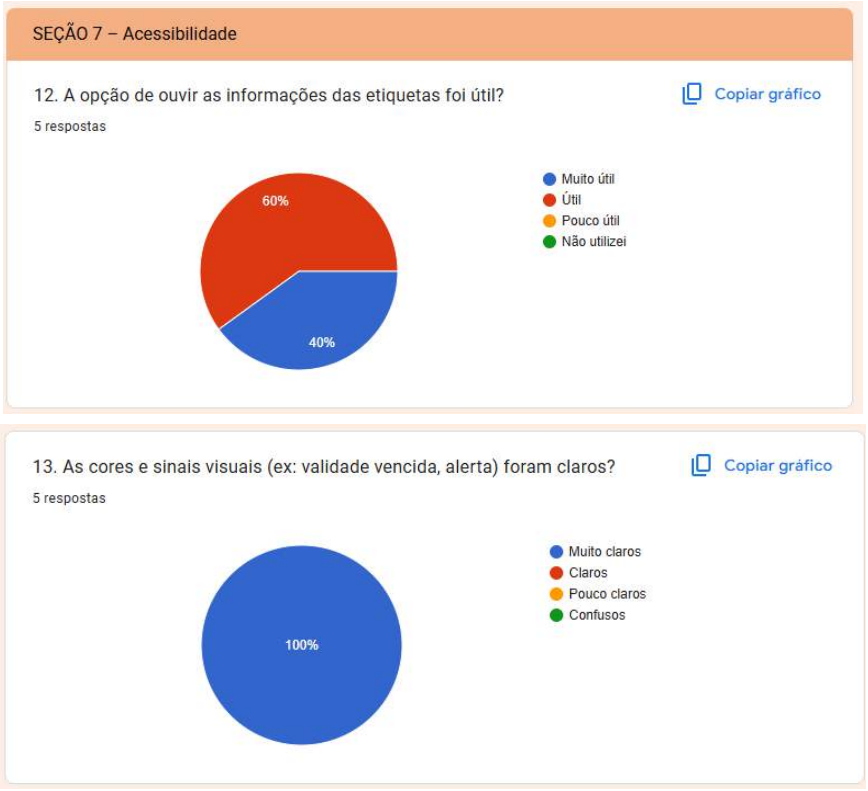
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura G.5 - Respostas Formulário Seção 6 - Inteligência Artificial



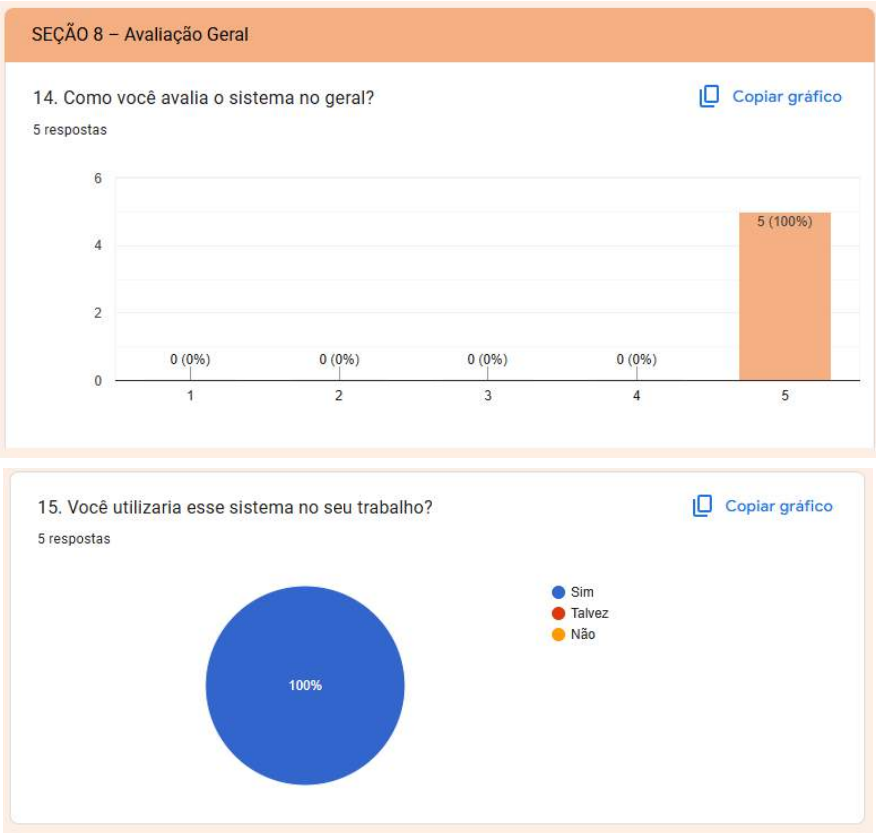
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

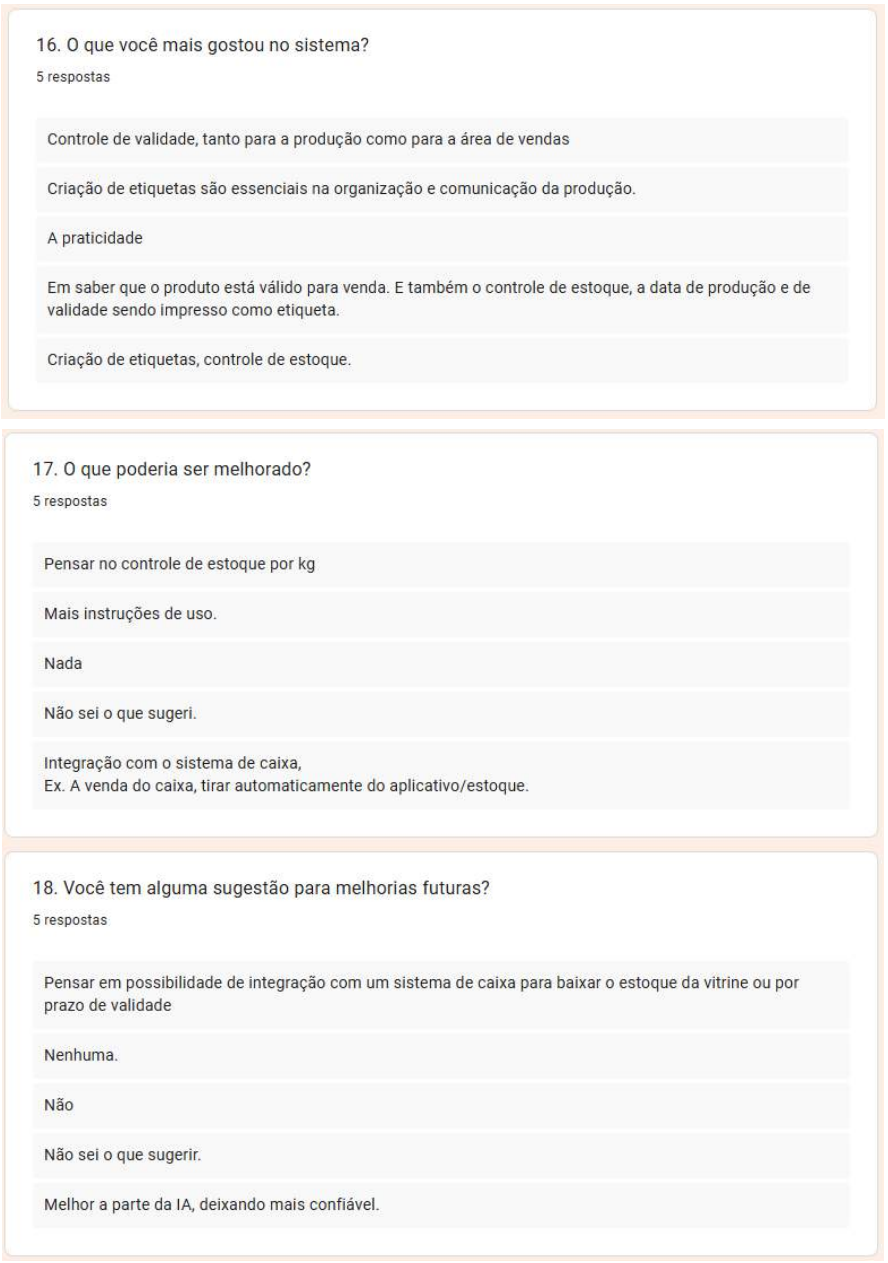
Figura G.6 - Respostas Formulário Seção 7 - Acessibilidade



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura G.7 - Respostas Formulário Seção 8 - Avaliação Geral





16. O que você mais gostou no sistema?

5 respostas

- Controle de validade, tanto para a produção como para a área de vendas
- Criação de etiquetas são essenciais na organização e comunicação da produção.
- A praticidade
- Em saber que o produto está válido para venda. E também o controle de estoque, a data de produção e de validade sendo impresso como etiqueta.
- Criação de etiquetas, controle de estoque.

17. O que poderia ser melhorado?

5 respostas

- Pensar no controle de estoque por kg
- Mais instruções de uso.
- Nada
- Não sei o que sugeri.
- Integração com o sistema de caixa,
  Ex. A venda do caixa, tirar automaticamente do aplicativo/estoque.

18. Você tem alguma sugestão para melhorias futuras?

5 respostas

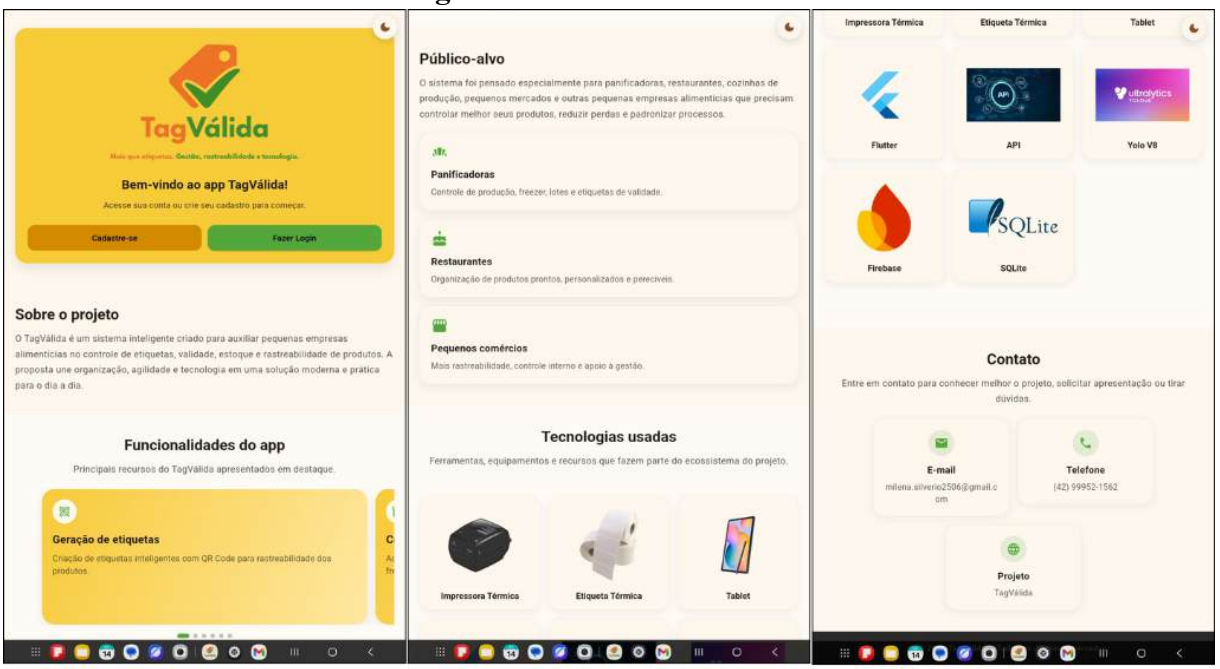
- Pensar em possibilidade de integração com um sistema de caixa para baixar o estoque da vitrine ou por prazo de validade
- Nenhuma.
- Não
- Não sei o que sugerir.
- Melhor a parte da IA, deixando mais confiável.

Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Apêndice H - Telas da Solução Computacional TagVálida

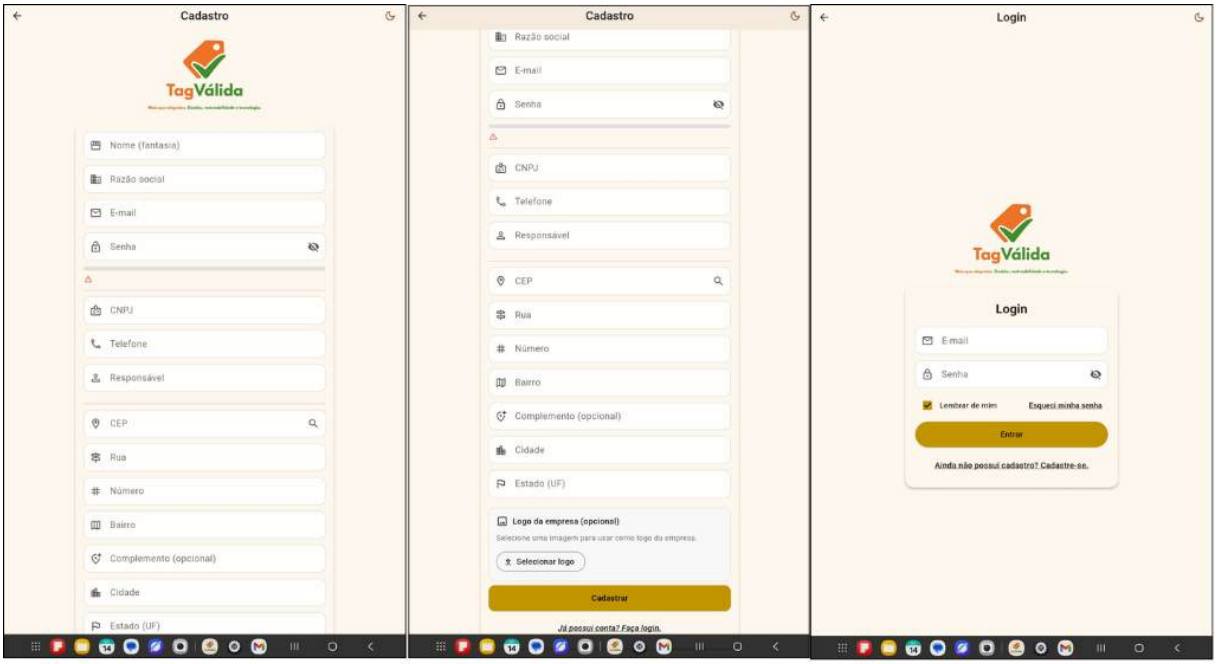
Este apêndice apresenta as telas do protótipo funcional da solução computacional TagVálida, resultado final da fase de desenvolvimento descrita no Capítulo 5, Resultados e Discussões. Diferentemente do Apêndice B, que exibe o protótipo de *design* estático (Figma), as imagens a seguir representam a solução real e interativa, desenvolvida em *Flutter*. Estas telas são o resultado prático do processo de desenvolvimento com *Design Thinking* e *Sprints*, e serviram como base para a Avaliação Heurística. As Figuras H.1 a H.29, a seguir, demonstram as principais interfaces da aplicação final, com a concretização do design e as funcionalidades planejadas.

Figura H.1 - Tela Bem-Vindo



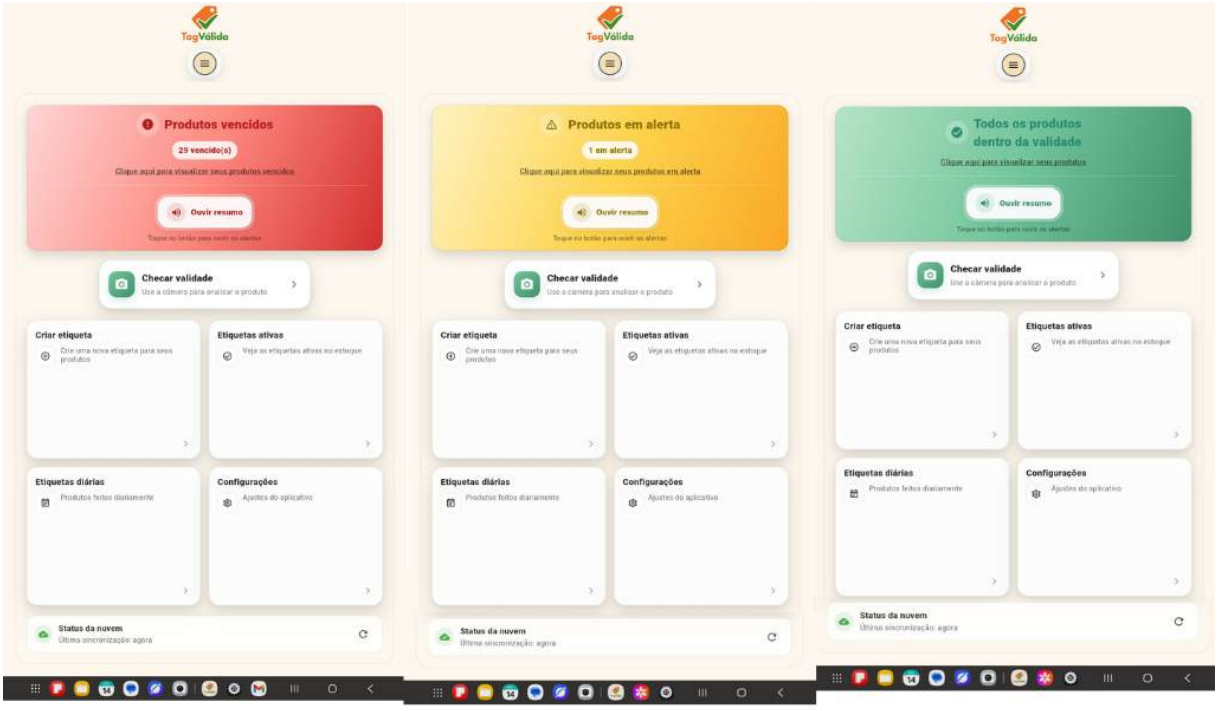
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.2 - Telas Cadastro e Login



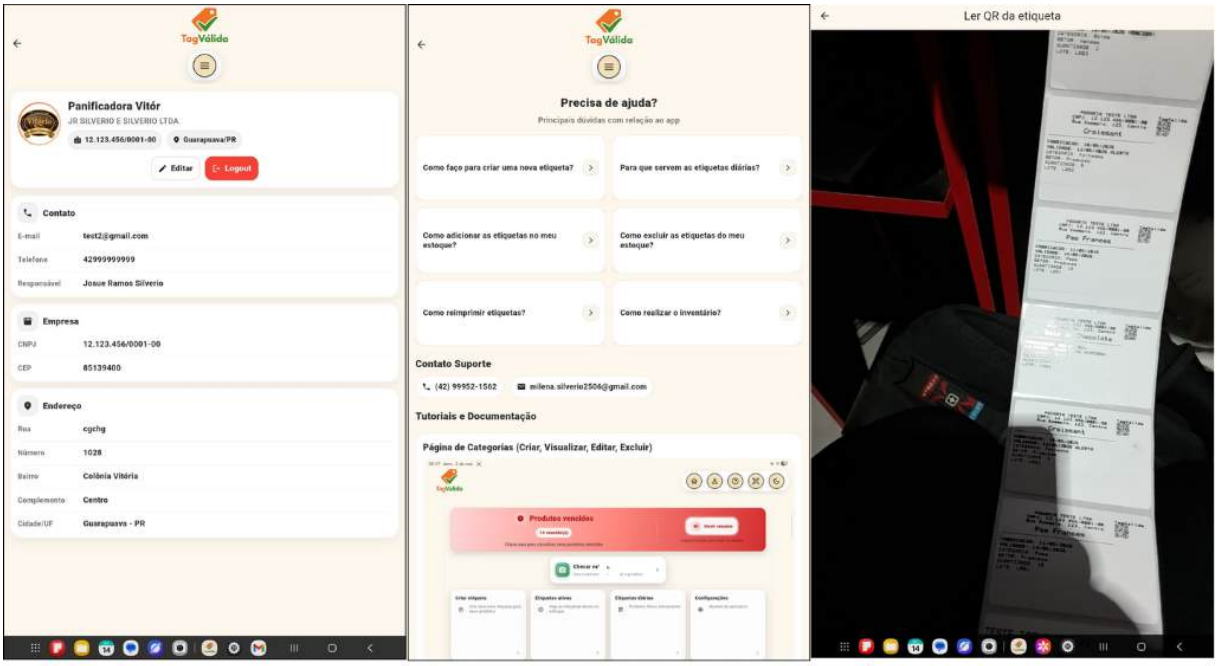
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.3 - Tela Inicial (Com etiquetas vencidas, em alerta e boas)



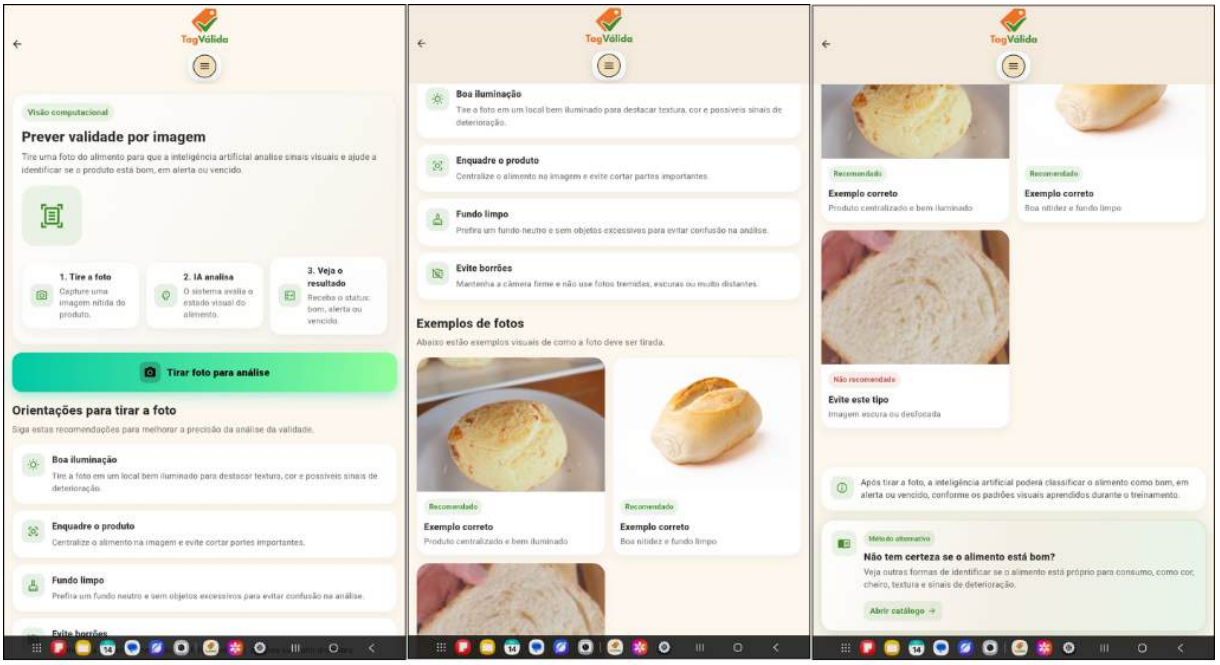
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.4 - Telas Perfil, AJuda e *Scanner Qr Code*



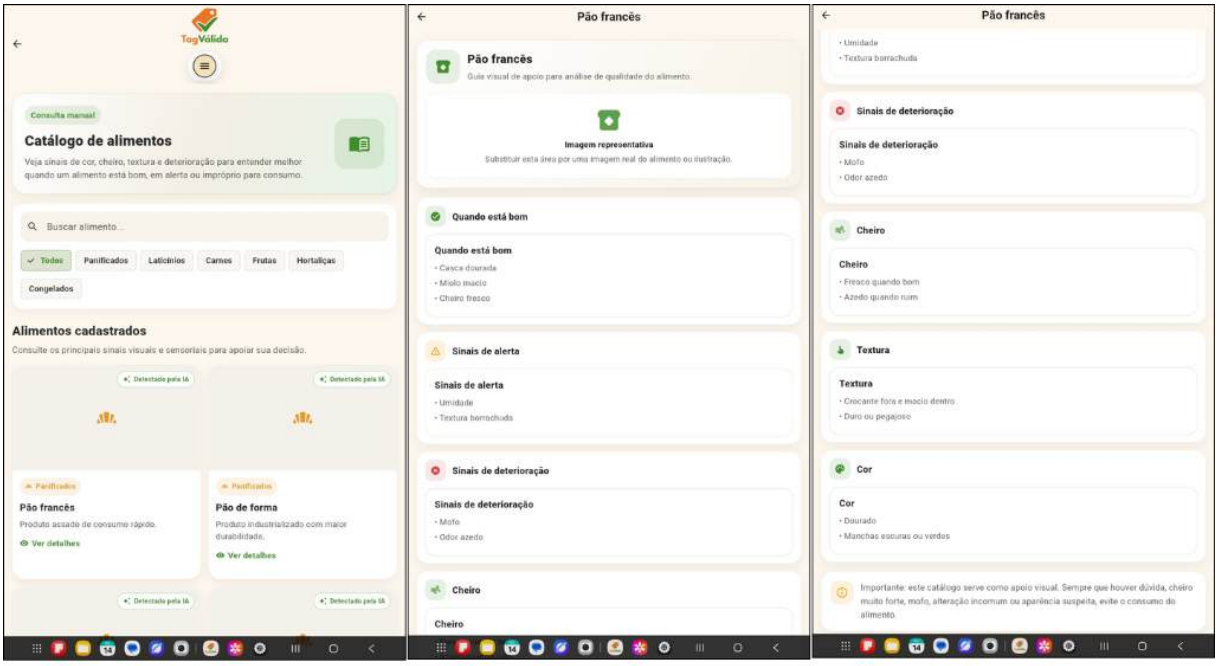
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.5 - Tela Prever Validade por Imagem



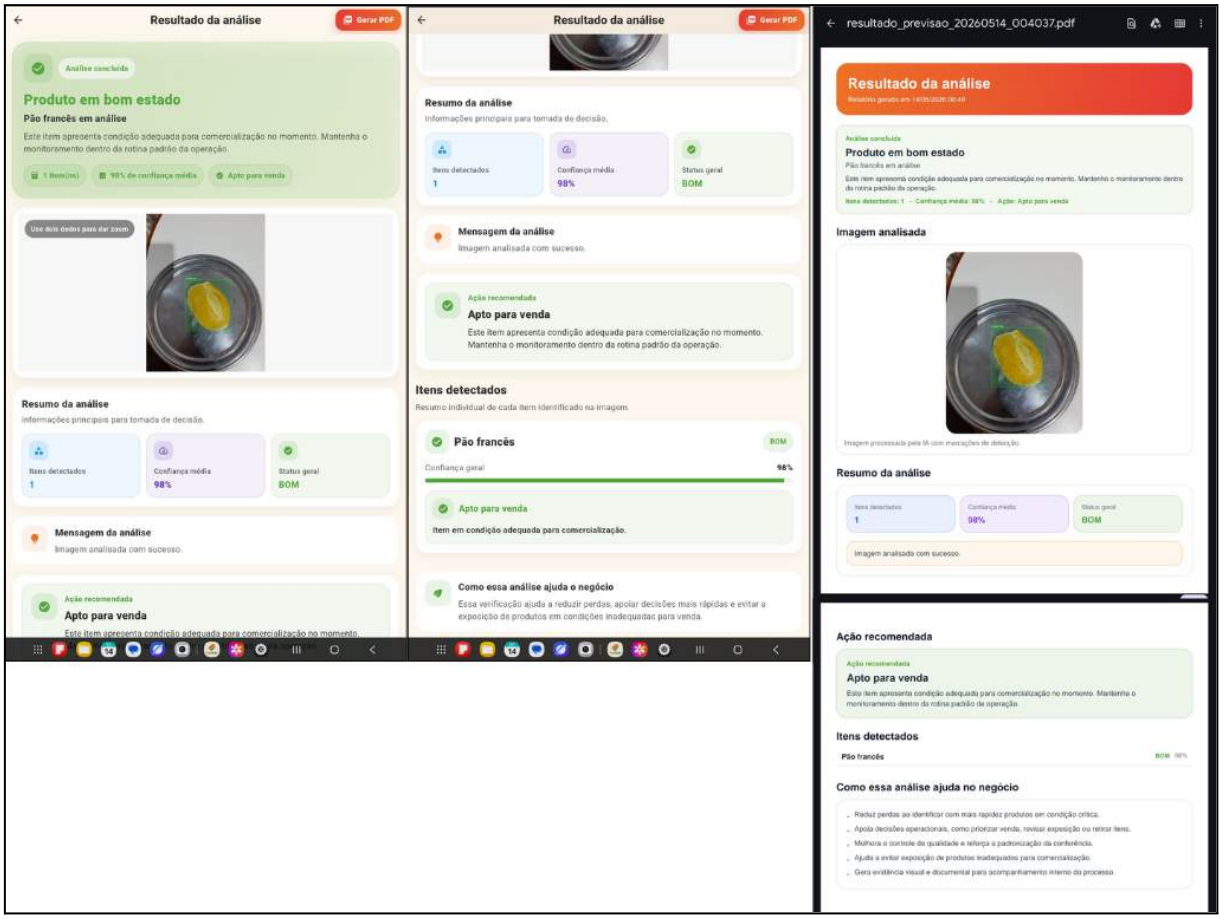
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.6 - Tela Catálogo de Alimentos



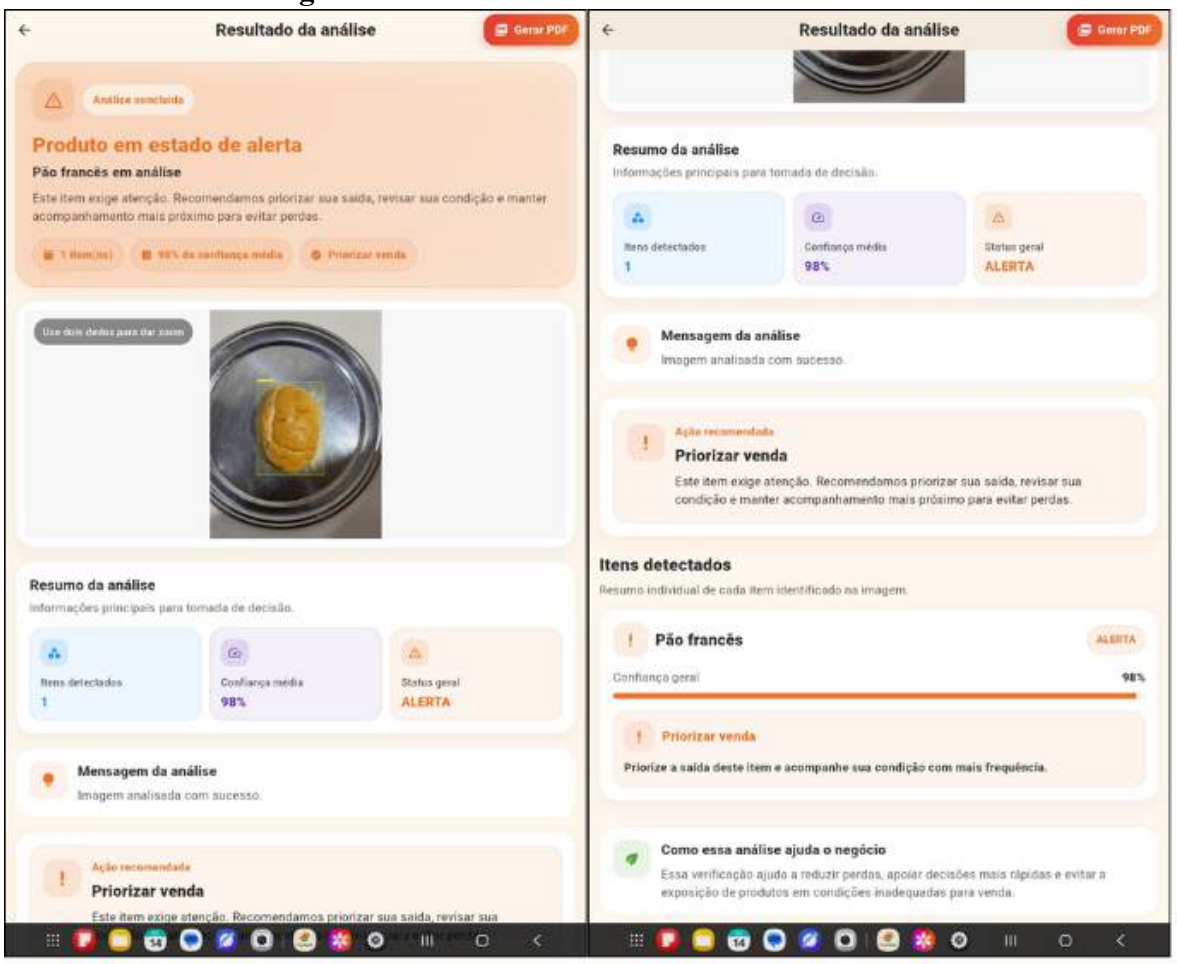
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.7 - Tela Resultado Alimento Bom



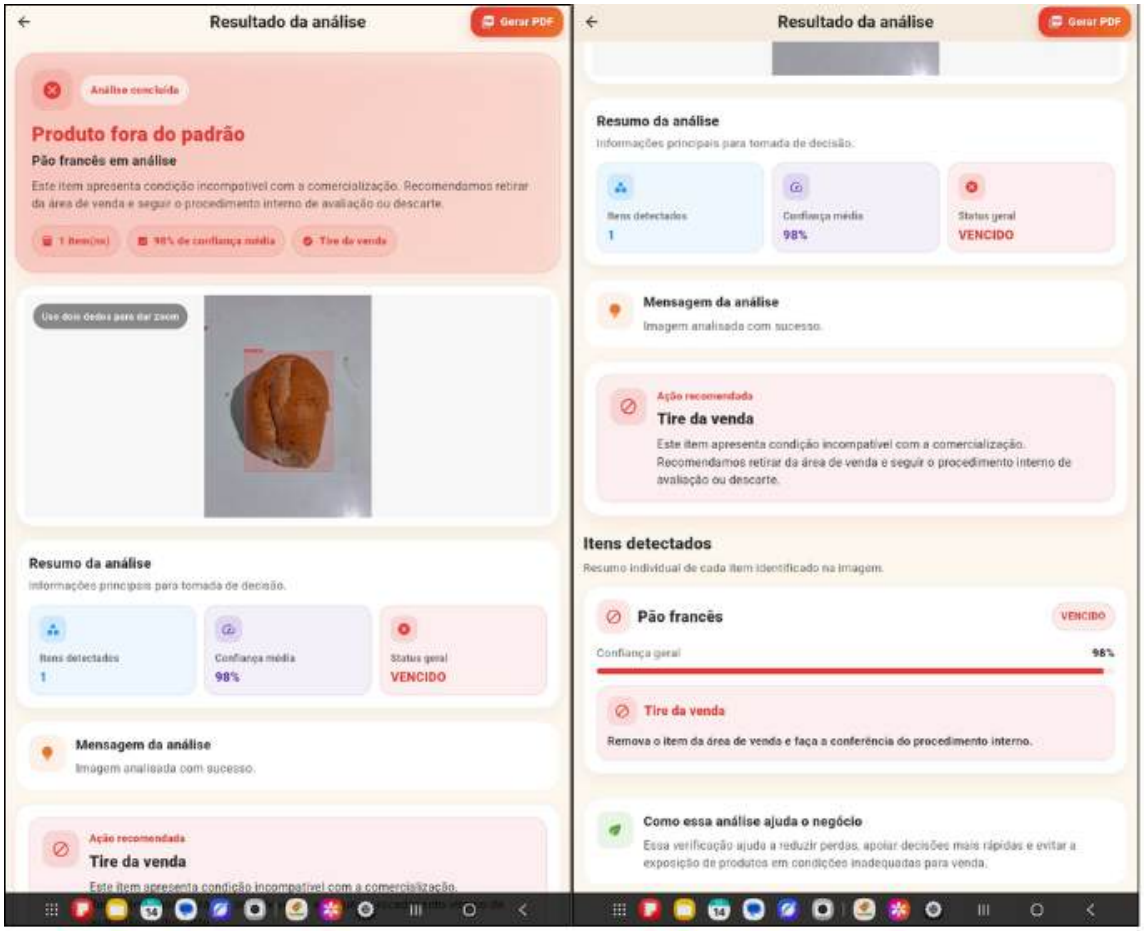
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.8 - Tela Resultado Alimento em Alerta



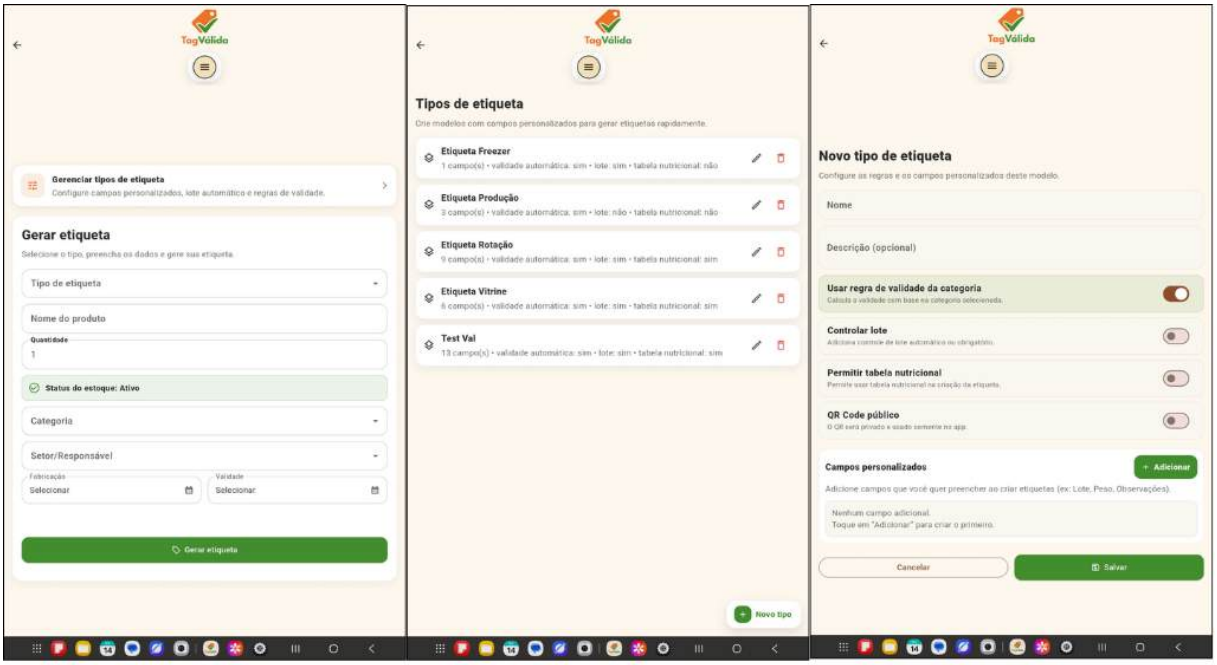
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.9 - Tela Resultado Alimento Vencido



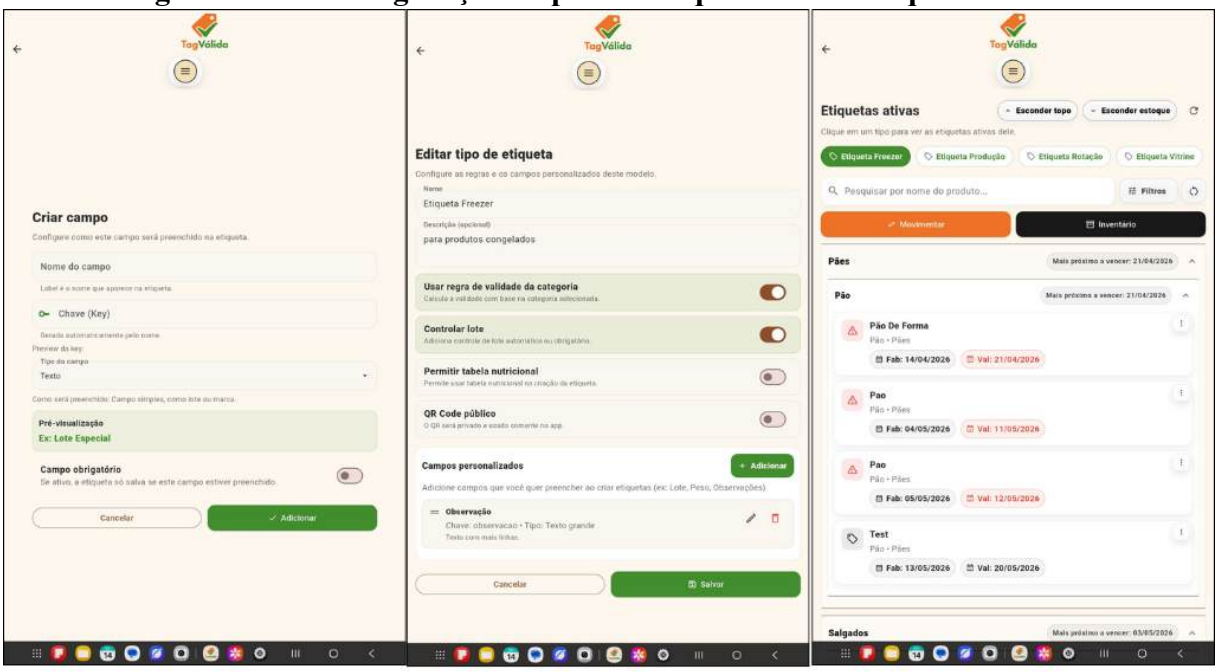
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.10 - Tela de Gerar Etiqueta e de Tipos de Etiqueta



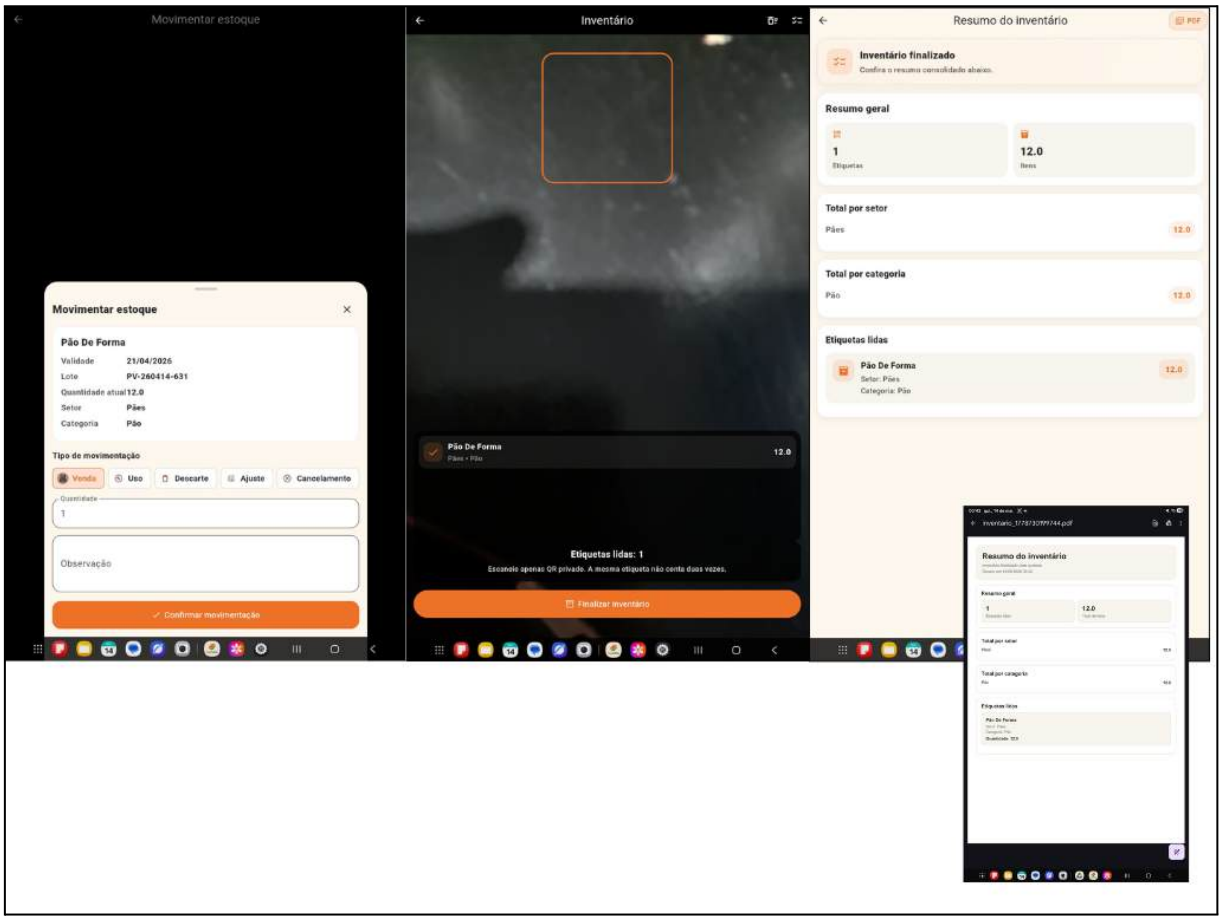
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.11 - Configurações Tipos de Etiqueta e Tela Etiquetas Ativas



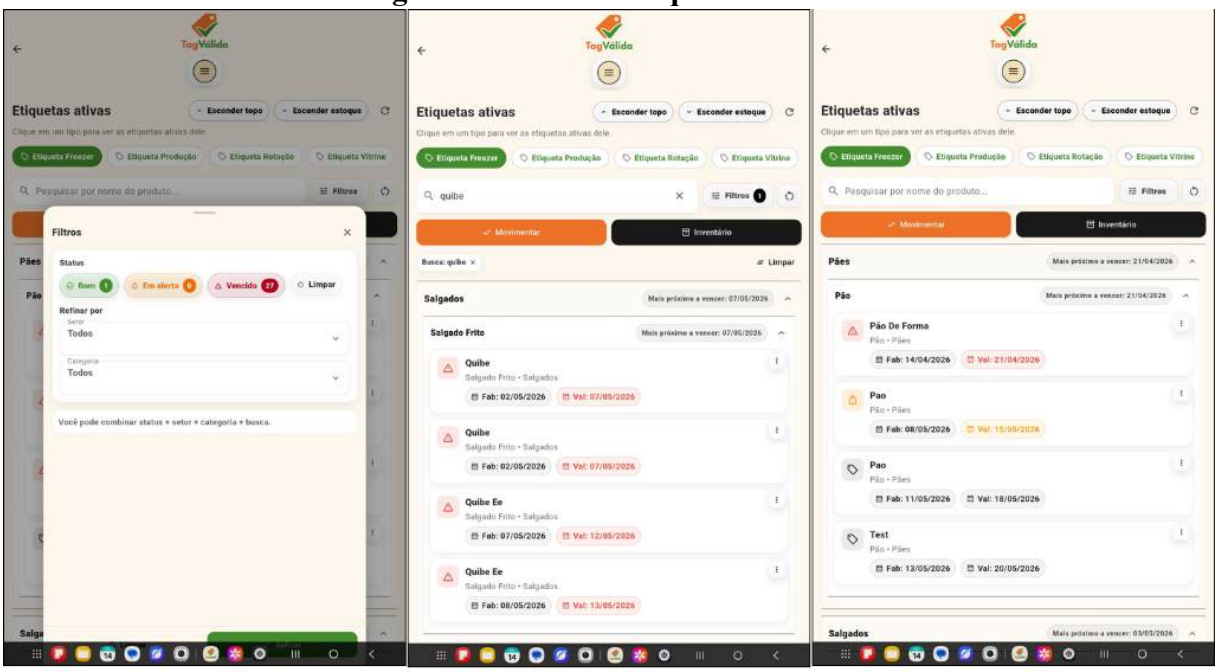
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

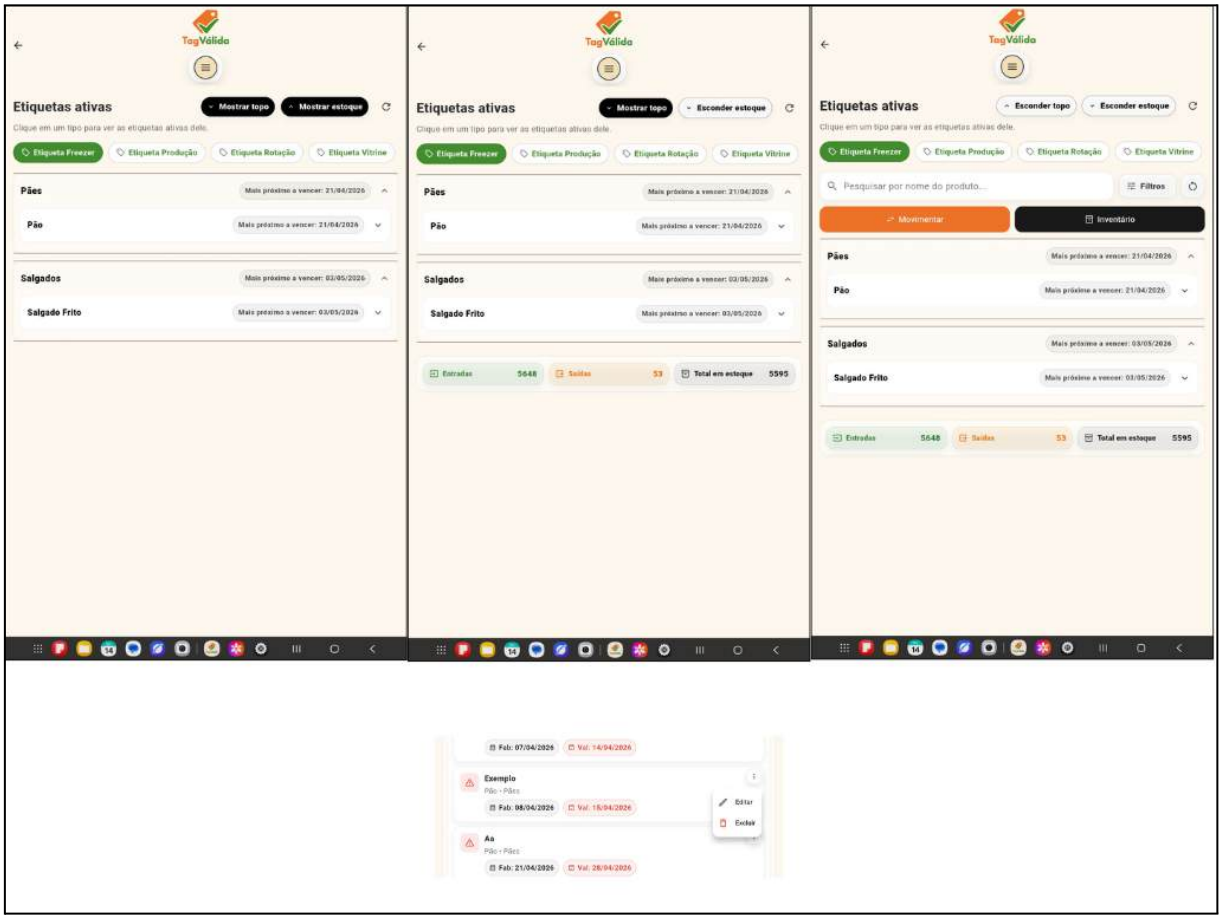
Figura H.12 - Tela Movimentação do Estoque e Inventário



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

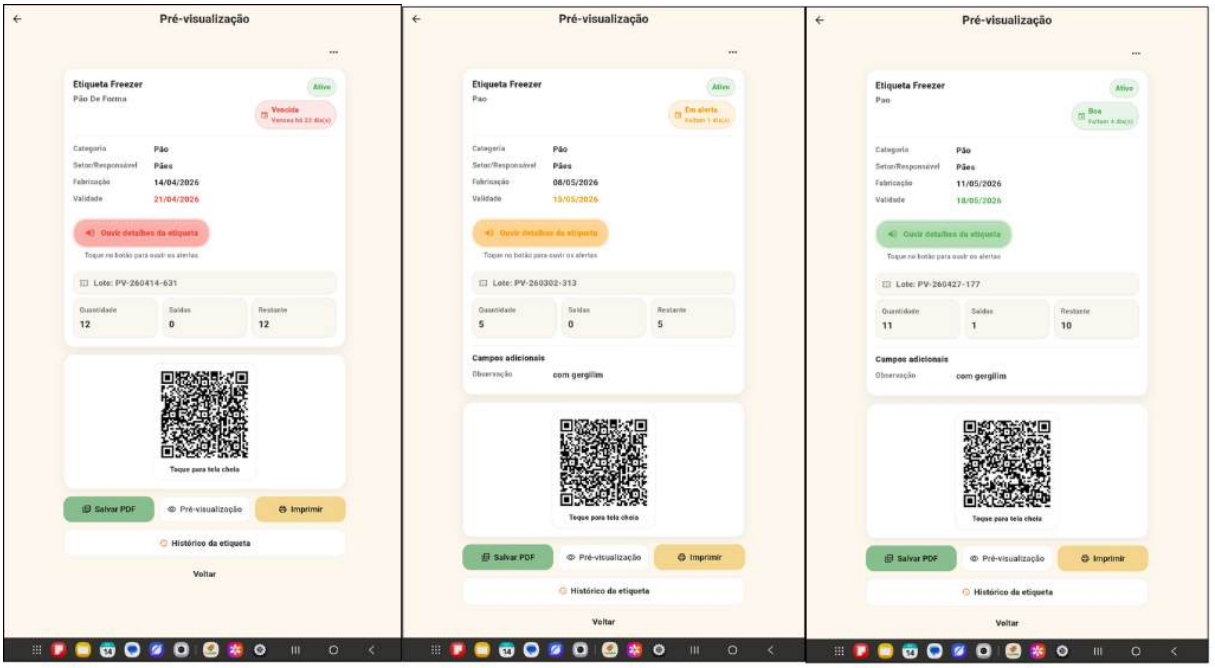
Figura H.13 - Tela Etiquetas Ativas





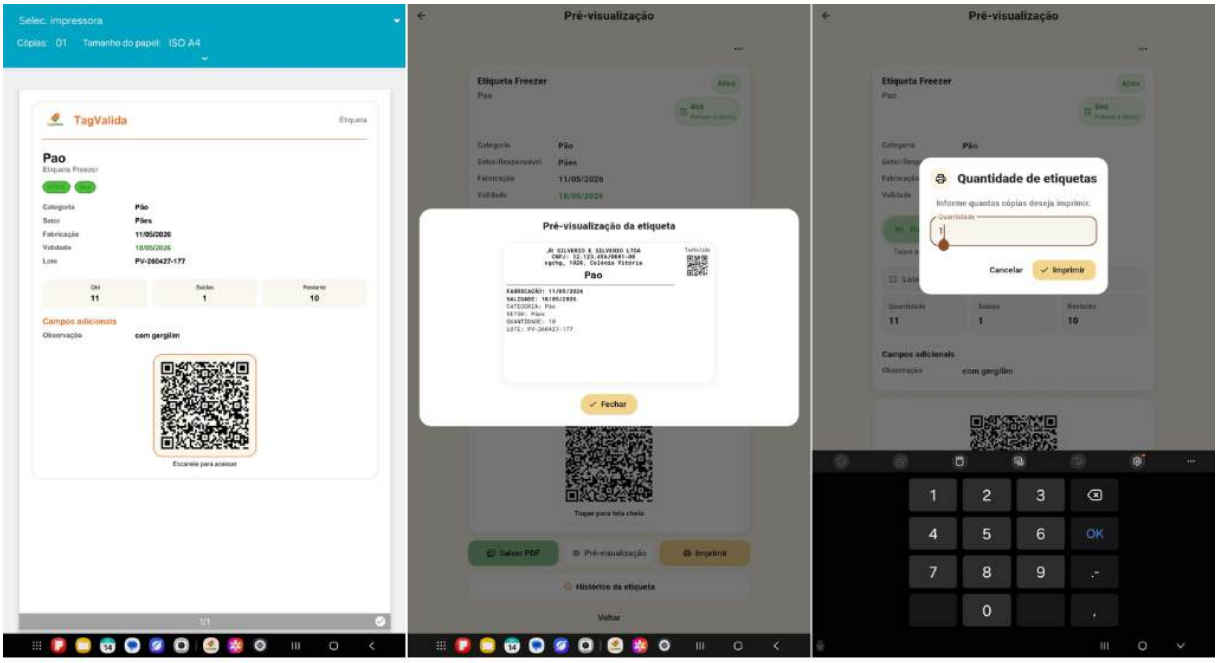
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.14 - Tela Detalhes Etiqueta (Bom, em Alerta e Vencida)



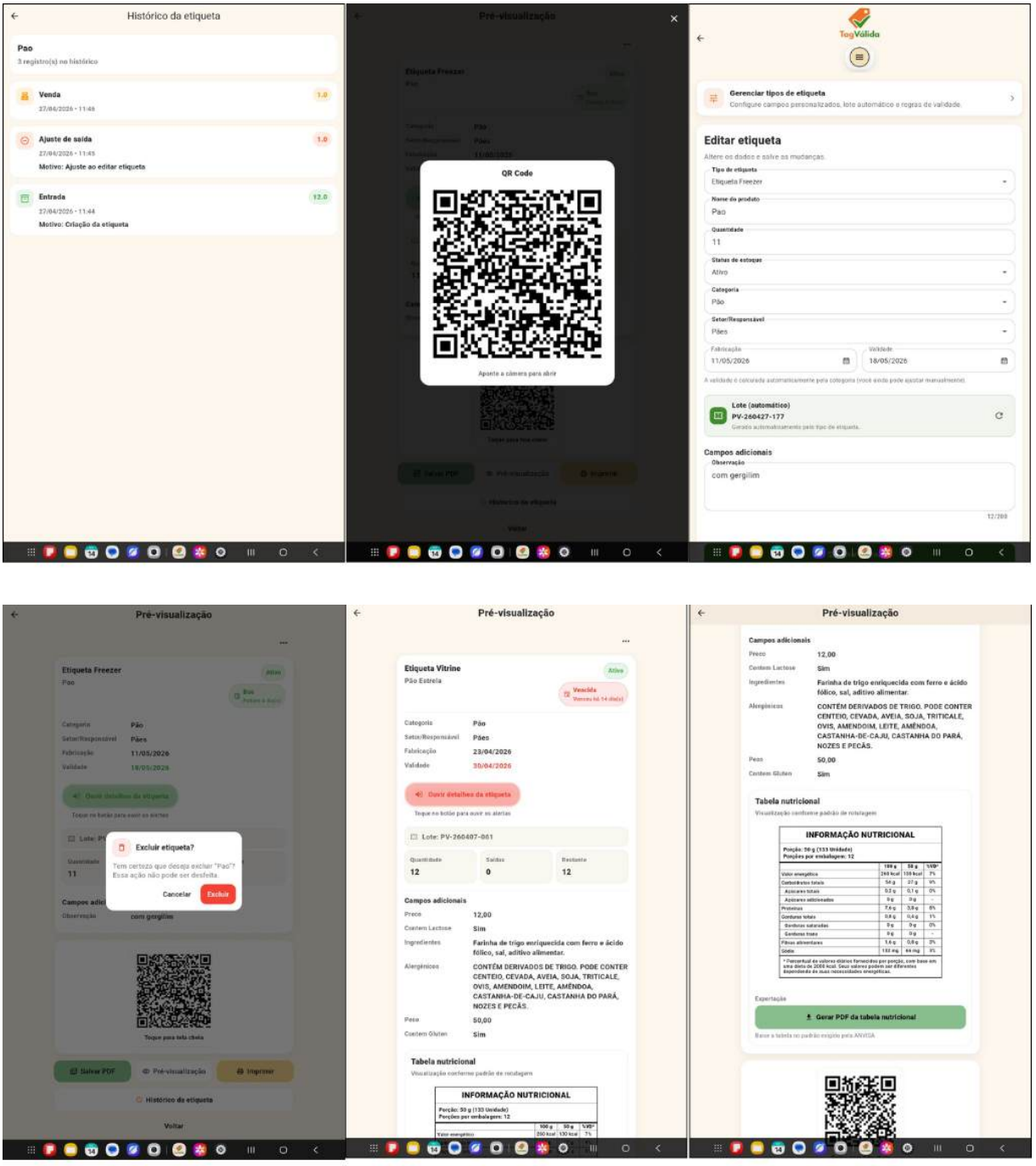
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.15 - Tela Detalhes Etiqueta (PDF, Pré-visualização e Impressão)



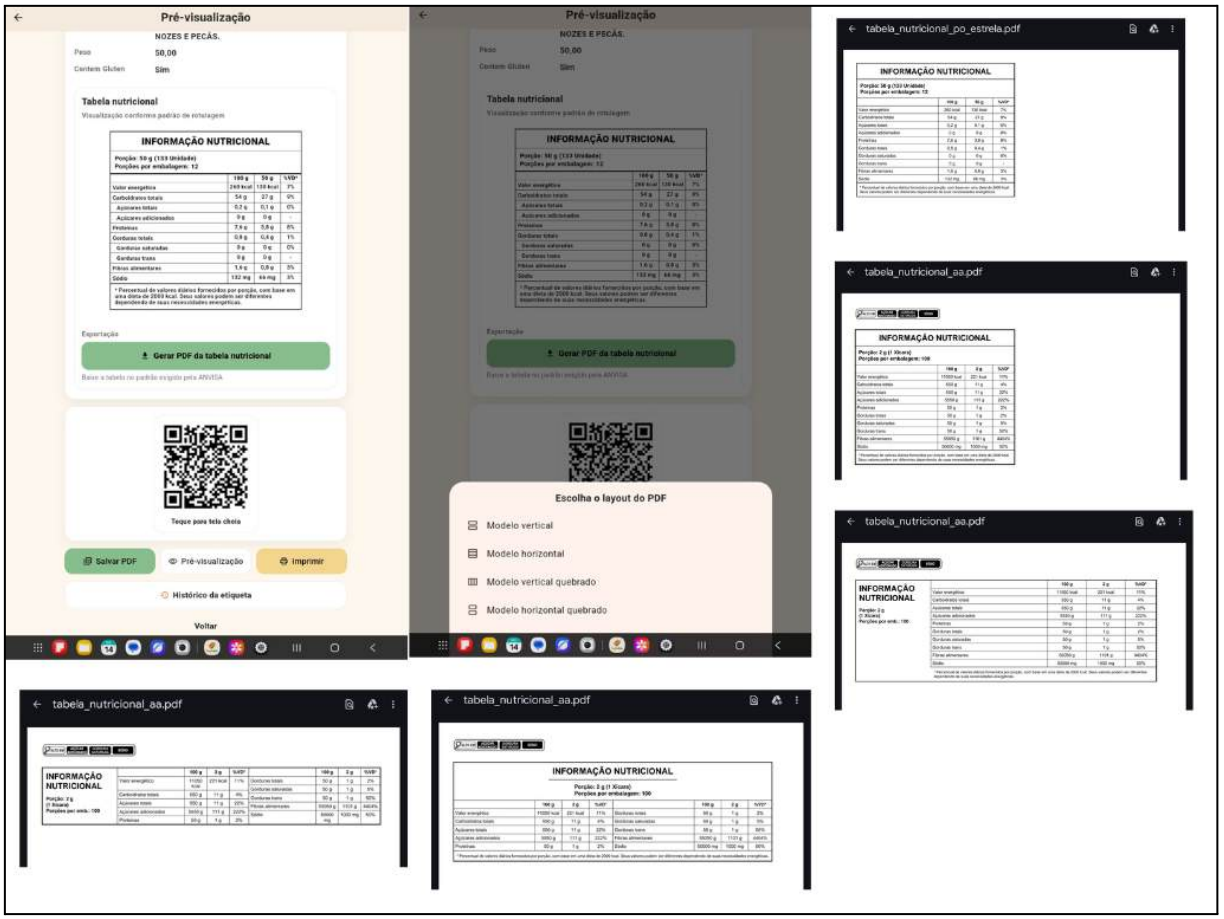
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.16 - Tela Detalhes Etiqueta (Histórico, *Qr Code*, Edição, Excluir, Com Tabela Nutricional)



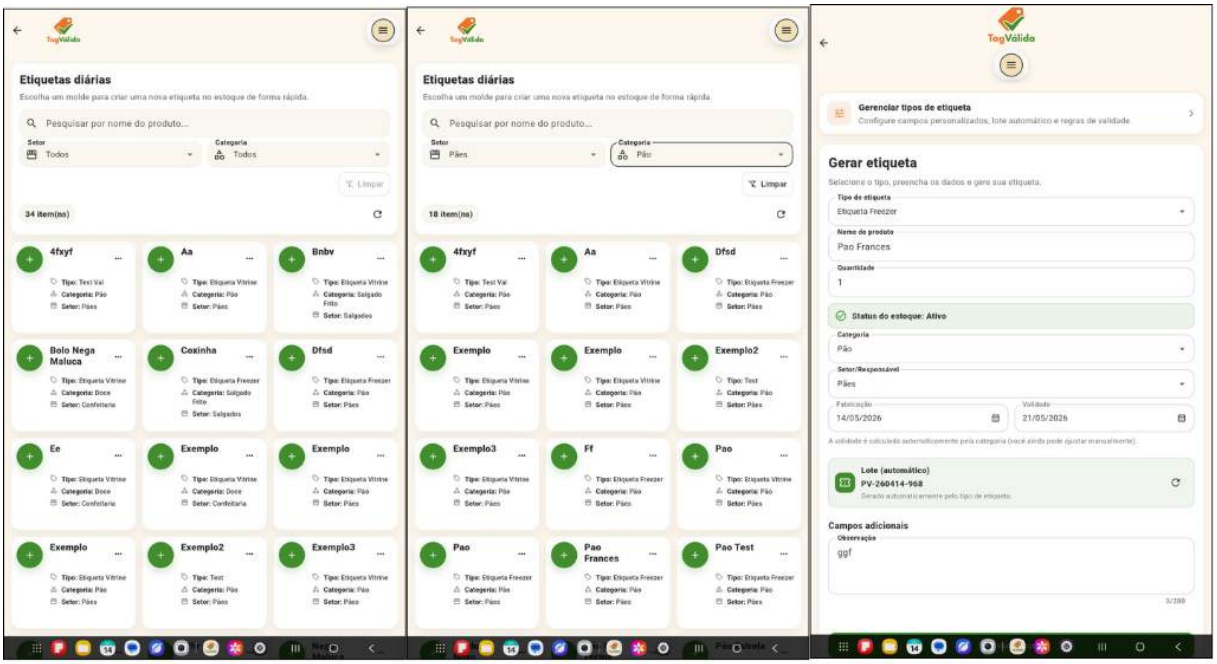
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.17 - Tabela Nutricional Etiqueta



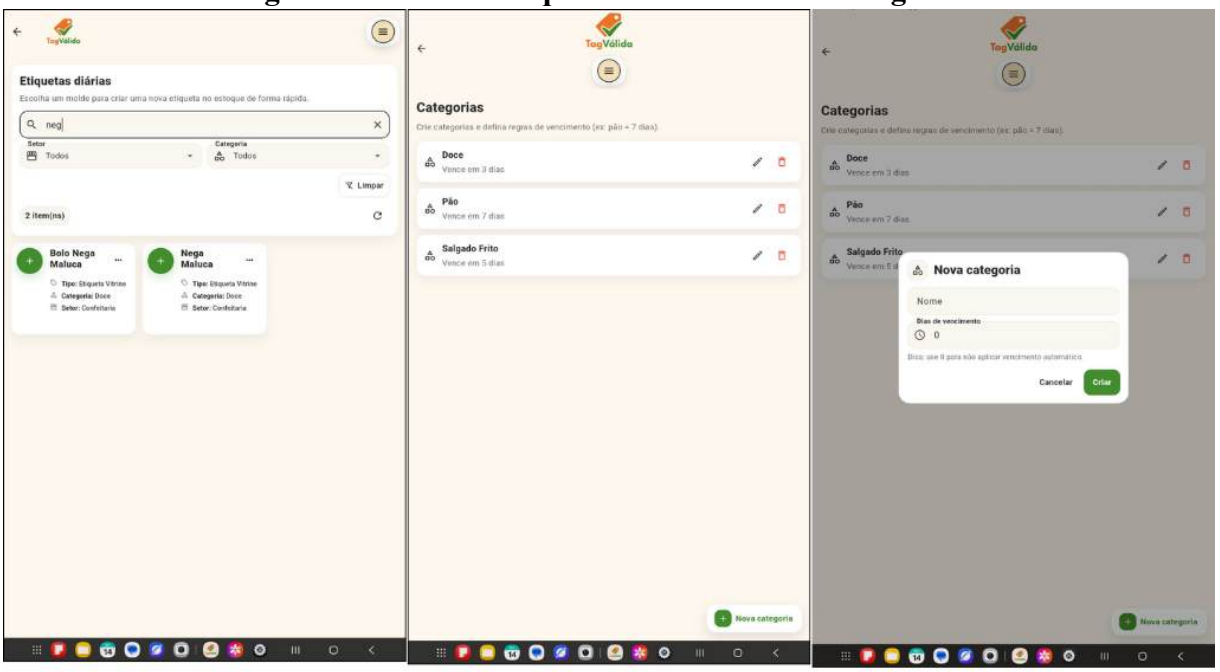
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.18 - Tela Etiquetas Diárias



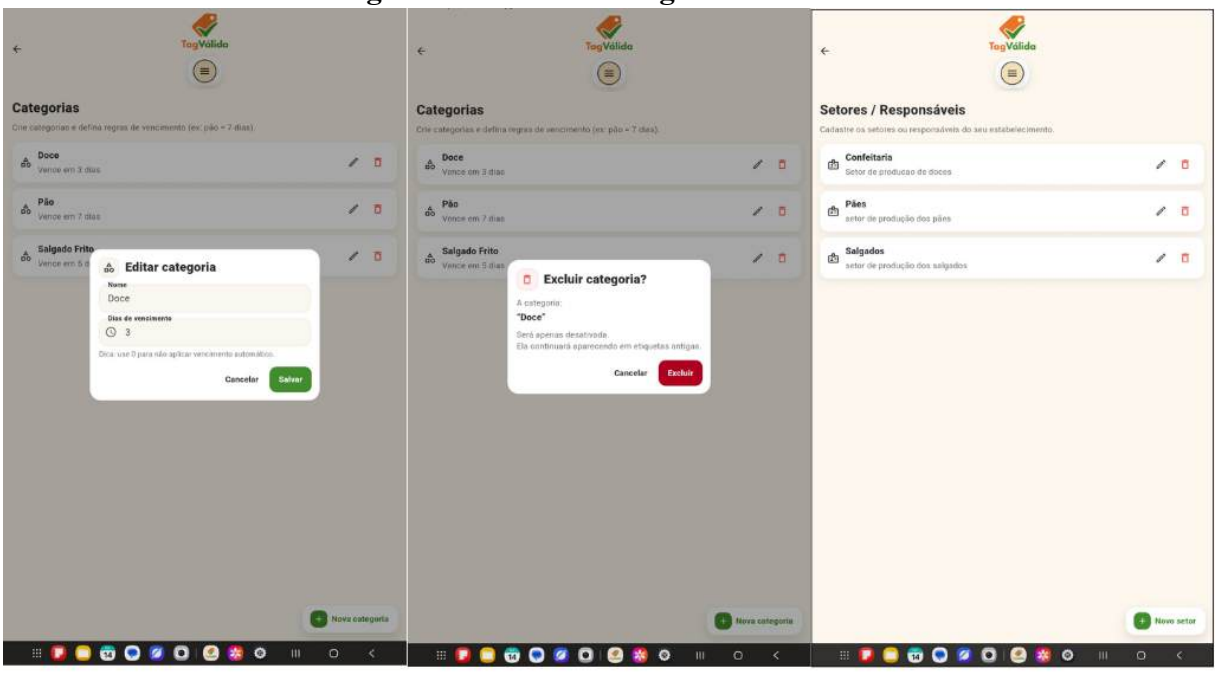
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.19 - Tela Etiquetas Diárias e Tela Categorias



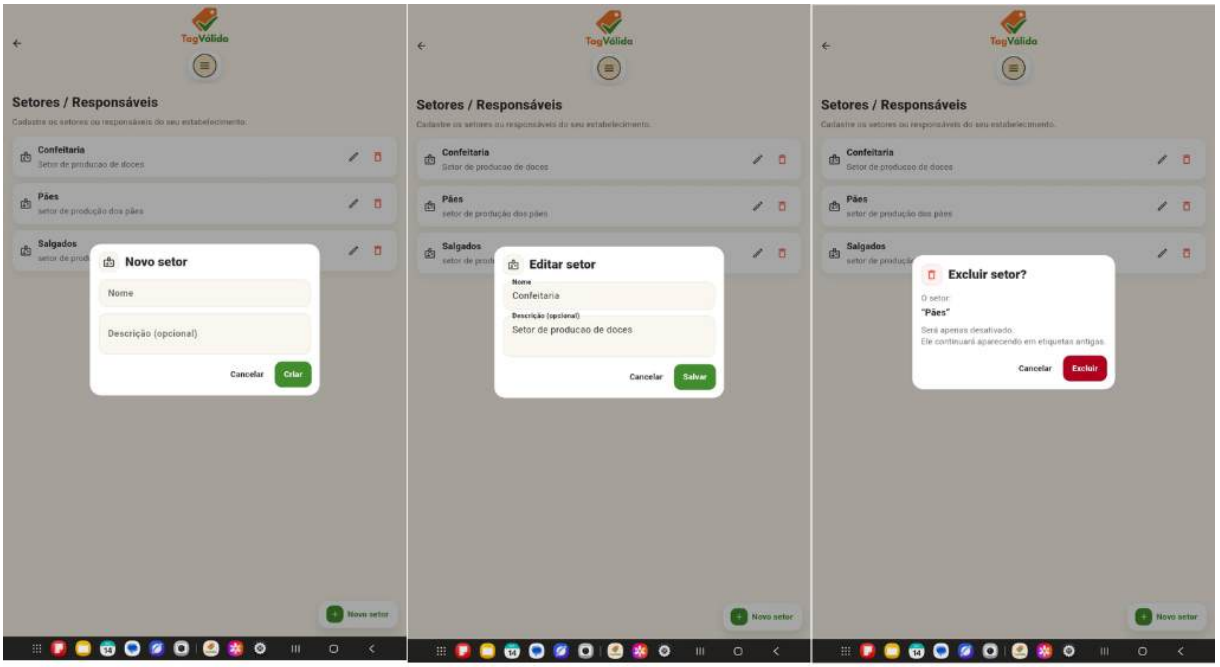
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.20 - Tela Categorias e Setores



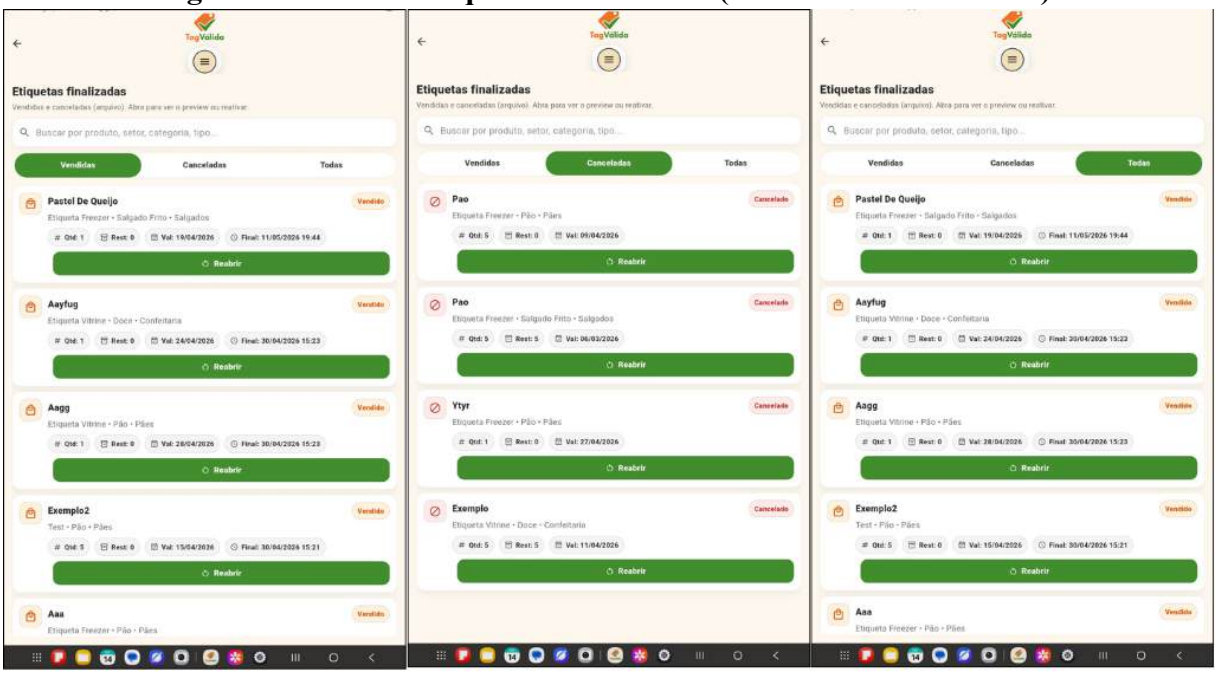
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.21 - Tela Setores (Criar, Editar e Excluir)



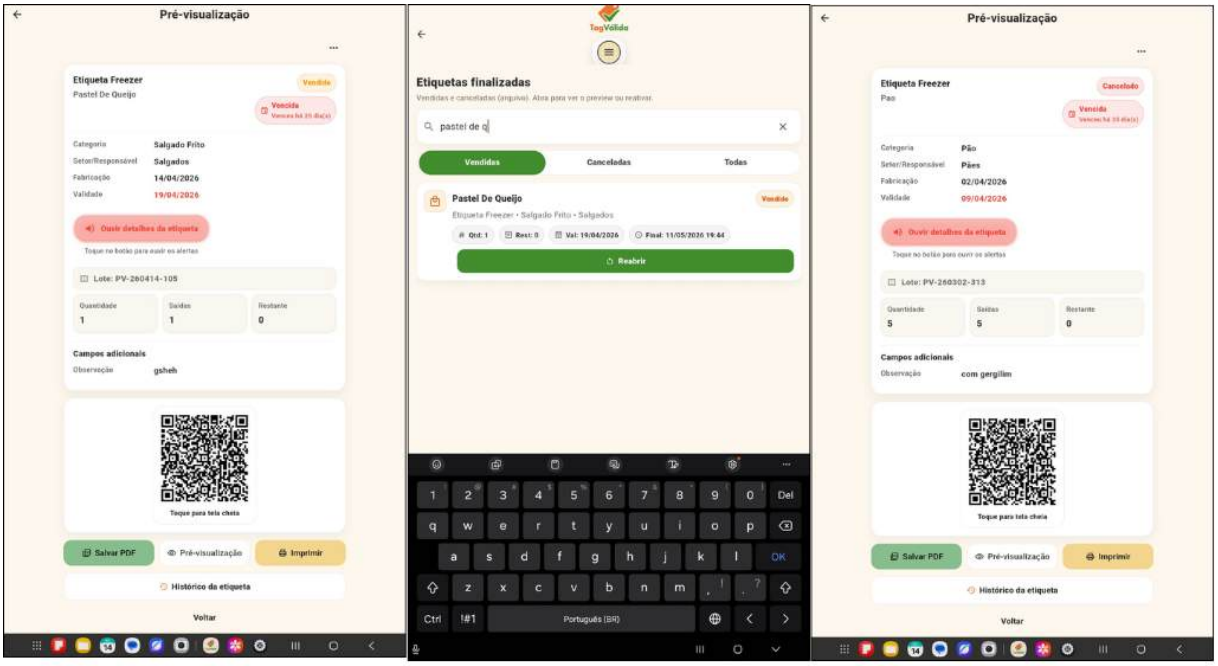
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.22 - Tela Etiquetas Finalizadas (Vendidas e Canceladas)



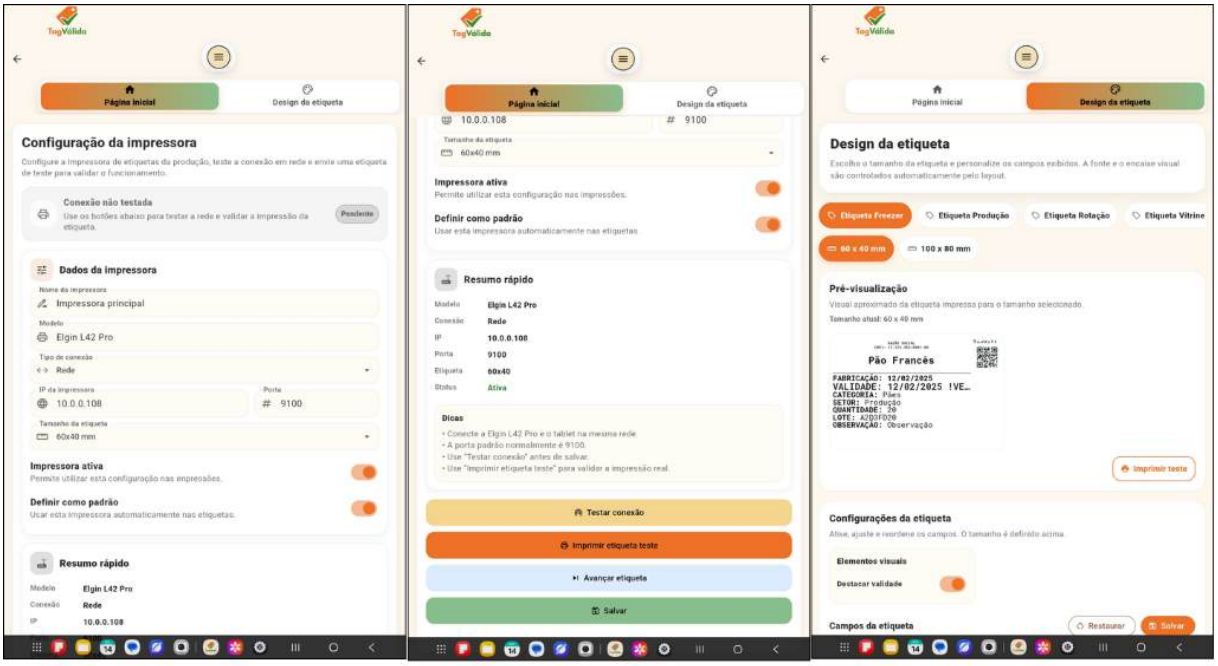
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.23 - Visualização Etiquetas Finalizadas (Vendidas e Canceladas)



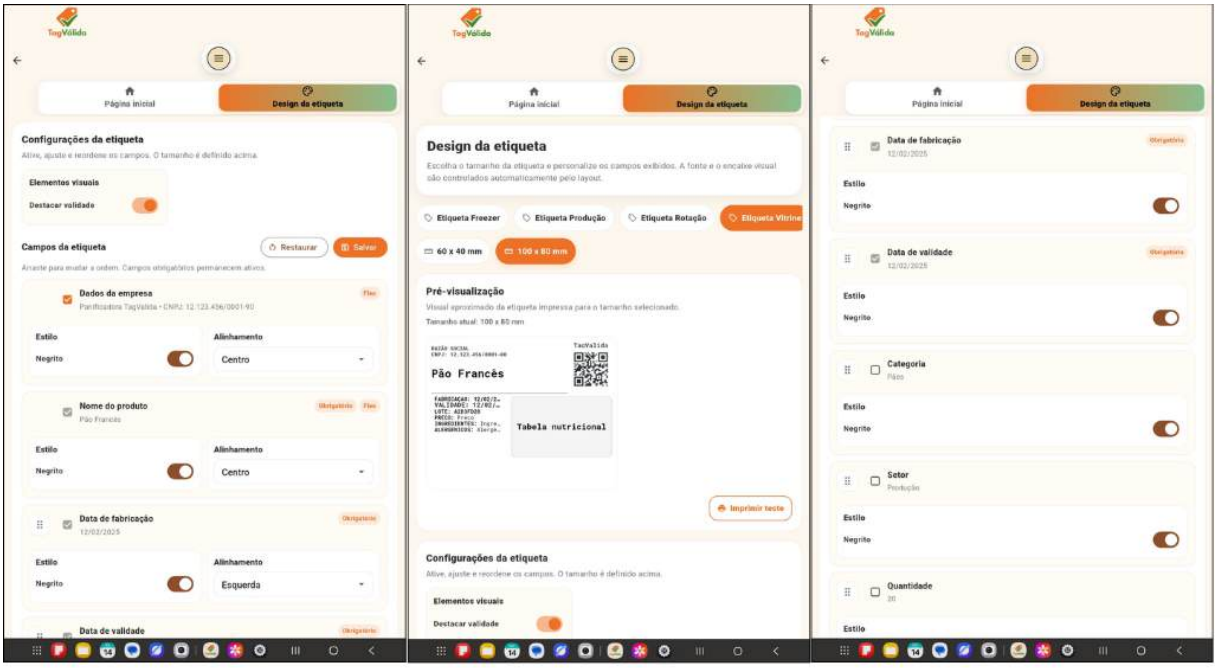
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.23 - Tela Configurações Impressora e *Design* da Etiqueta



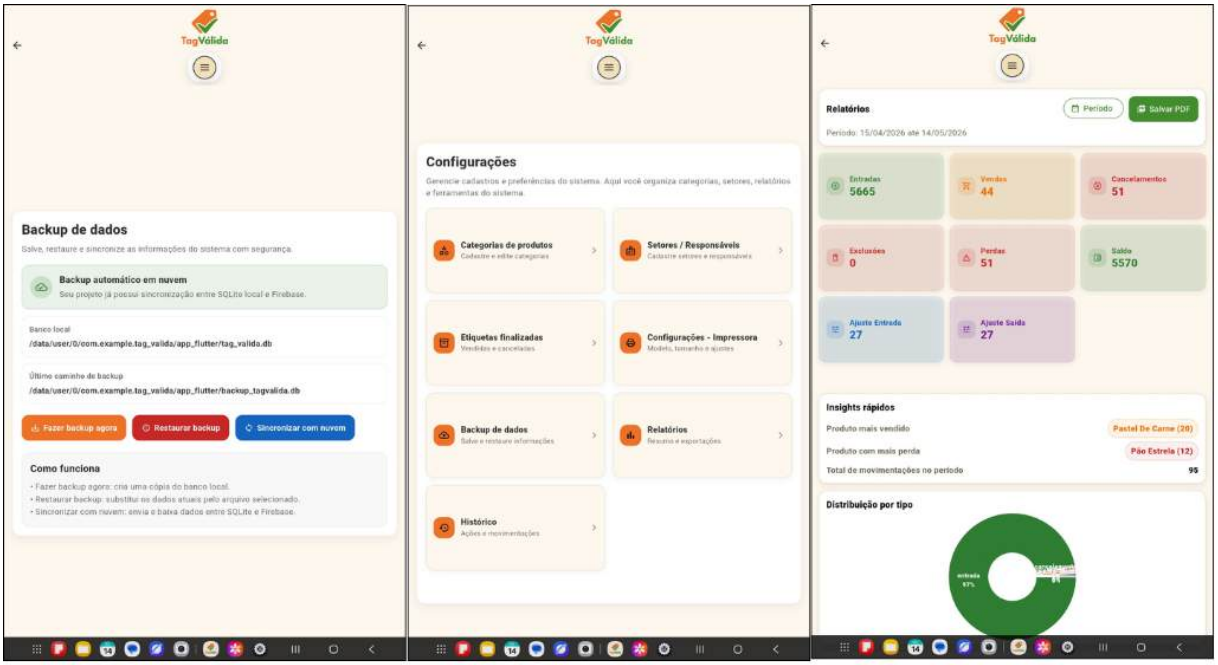
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.24 - Configurações *Design* da Etiqueta



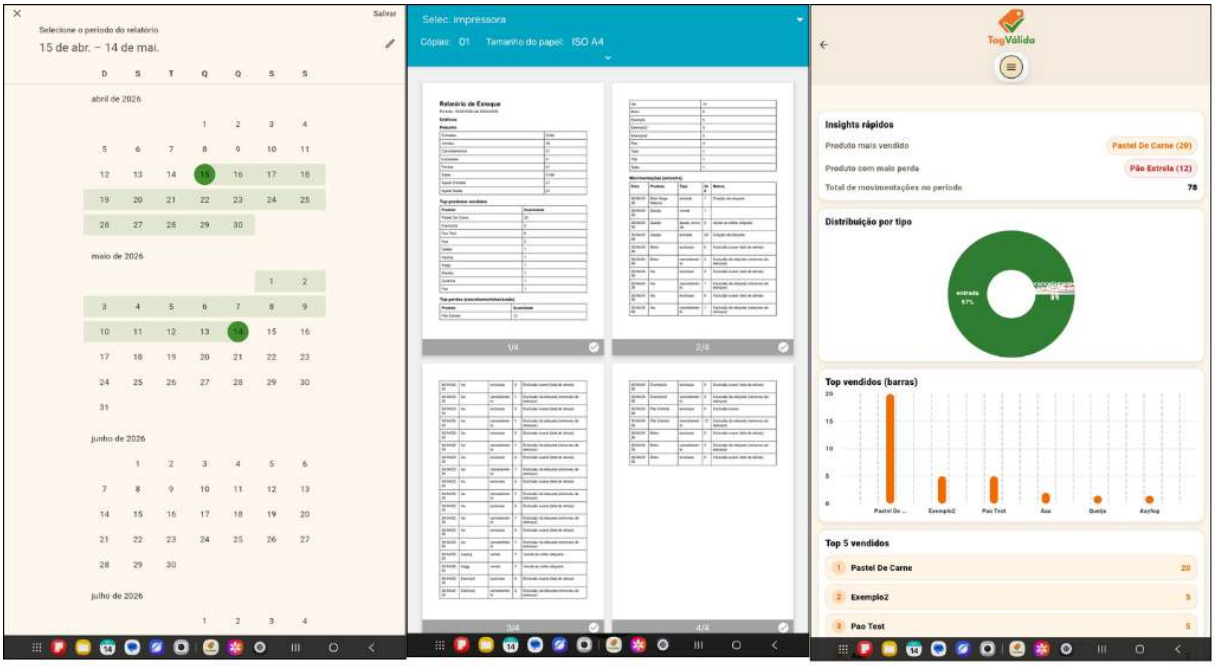
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.25 - Tela *Backup* de dados, Configurações e Relatórios



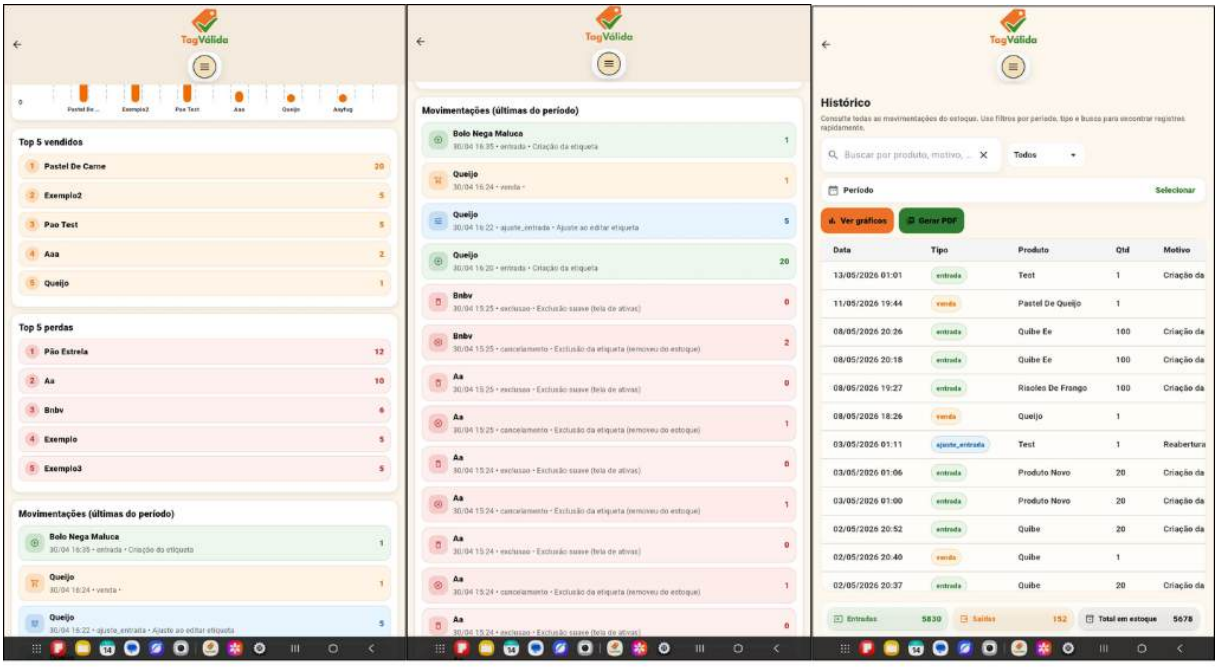
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.26 - Tela Relatórios (Período, PDF e dados)



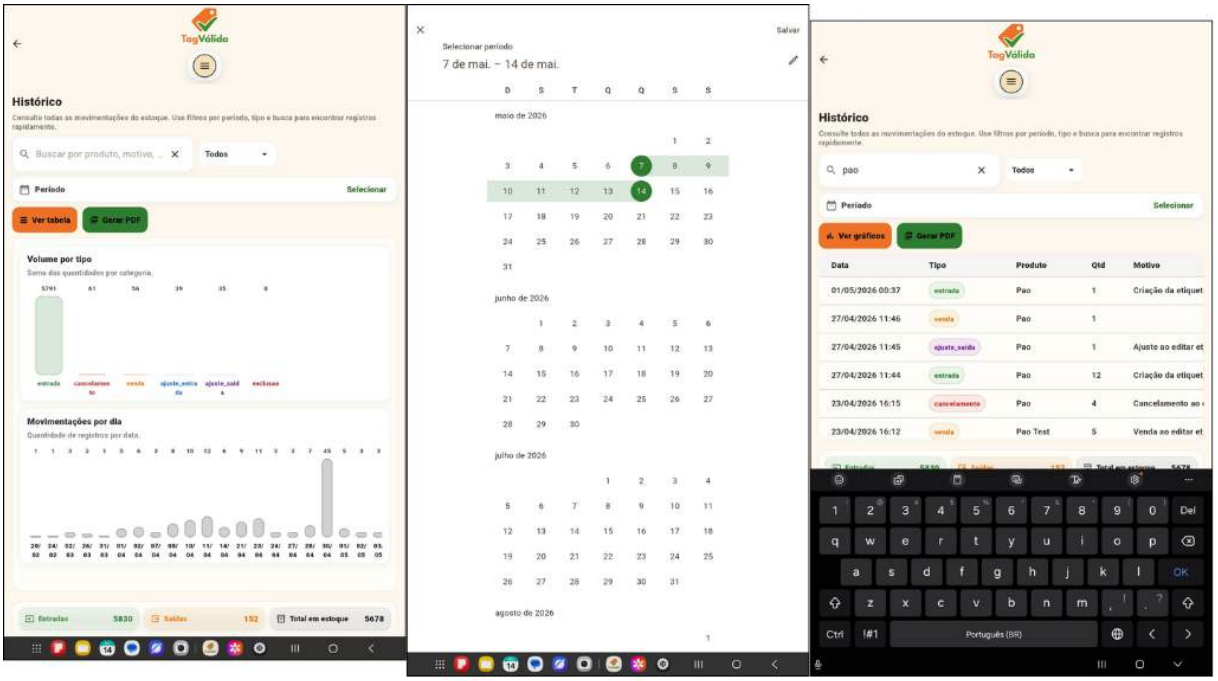
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.27 - Tela Relatórios e Histórico



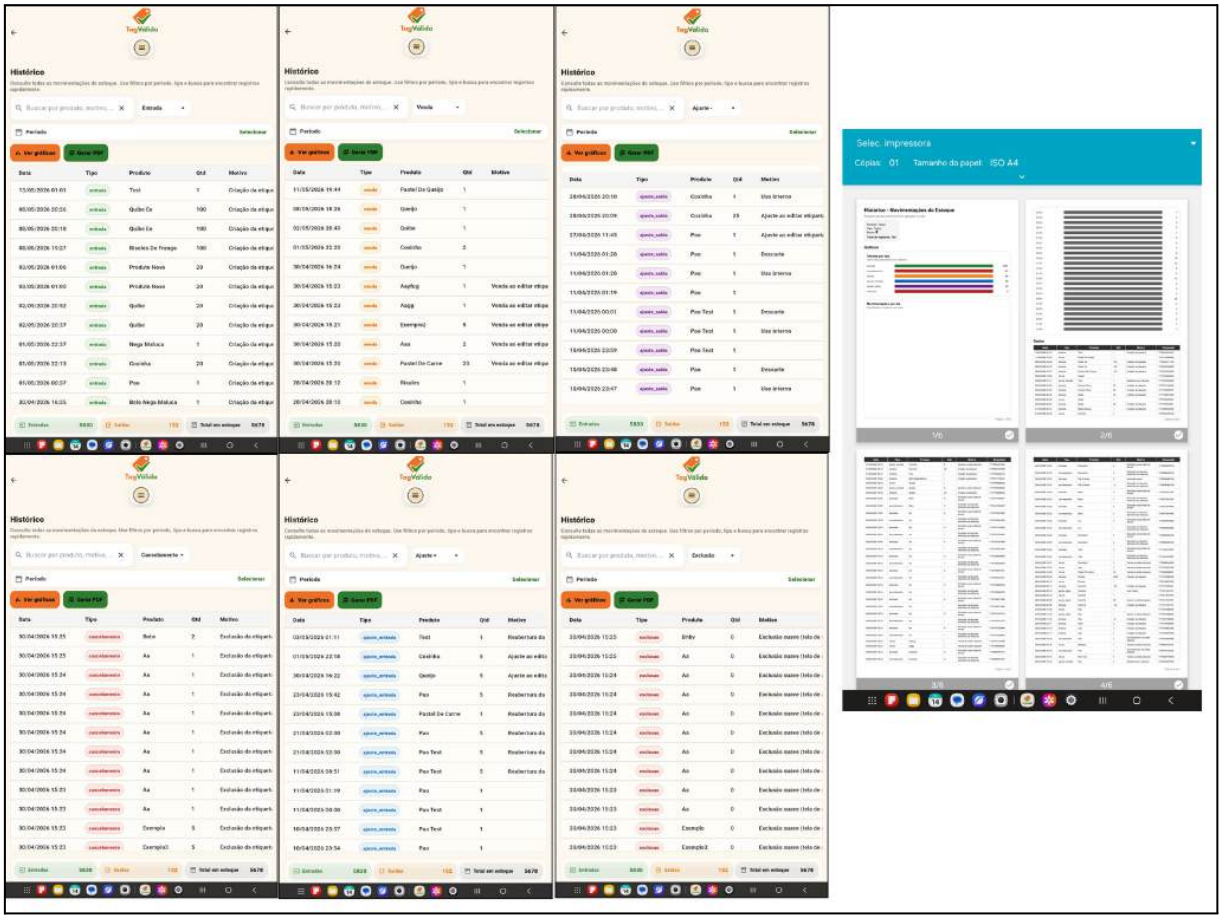
Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.28 - Tela Histórico (Gráficos, Período, Pesquisa)



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.29 - Tela Histórico (Filtros e PDF)



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Logo após a apresentação das telas do sistema, disponibiliza-se também o acesso à versão *web* funcional da solução por meio do link: TagVálida[14], permitindo a navegação e utilização prática da aplicação em ambiente real.

Adicionalmente, as imagens a seguir revelam a aplicação do sistema em funcionamento no contexto físico, demonstrando a integração entre *software* e *hardware*. Observa-se a utilização de impressora térmica na Figura H.32 para geração automática das etiquetas, bem como os modelos finais desenvolvidos para diferentes cenários de uso. A etiqueta no formato 60x40mm, na Figura H.30, foi projetada para armazenamento em *freezer*, apresentando informações essenciais de forma compacta e legível. Já a etiqueta no tamanho 100x80mm foi destinada à vitrine, contendo informações mais detalhadas, como tabela nutricional e ingredientes. Esses resultados comprovam a viabilidade prática da solução, evidenciando não apenas o funcionamento do sistema, mas também a adequação do *design* das etiquetas às necessidades reais do ambiente alimentício.

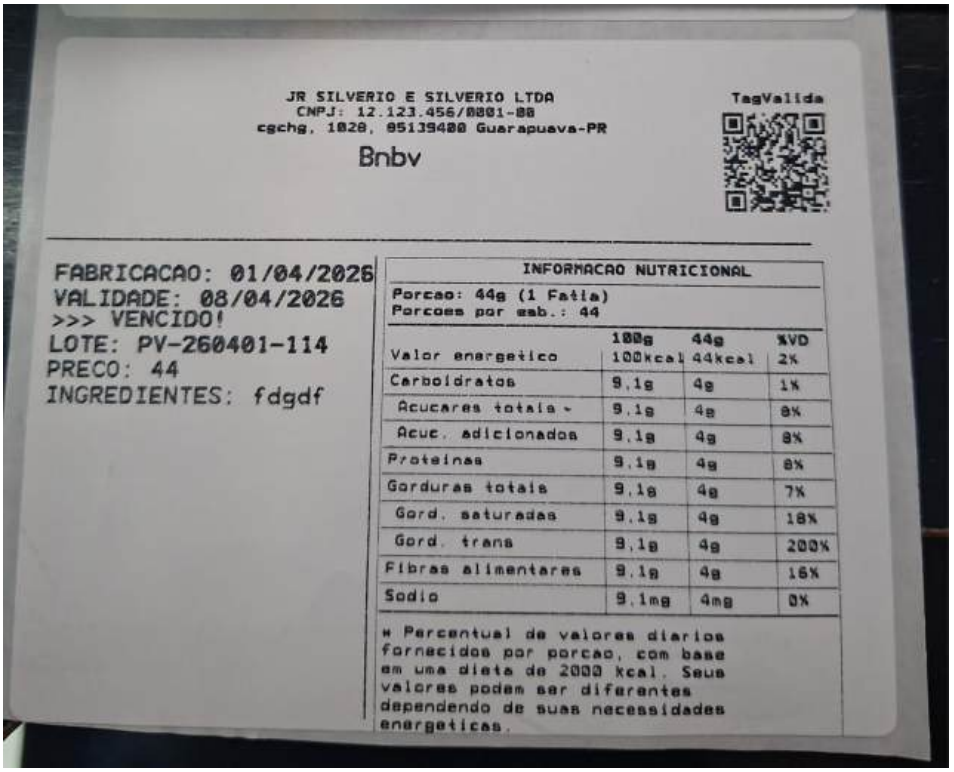
Figura H.30 - Etiqueta Freezer (60x40)



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.31 - Etiqueta Vitrine (100x80)

[14] https://tagvalida.web.app/



Fonte: Elaborado pela autora. 2026

Figura H.32 - Impressora Térmica com a impressão



Fonte: Elaborado pela autora. 2026