



Gestão de pedidos em pizzeria com comunicação em tempo real



Pizza Order Management with Real-Time Communication

Luan Leon Goncalves de Araújo 
Centro Universitário Lusíada - UNILUS
luanlleon2006@gmail.com

Enir da Silva Fonseca 
Centro Universitário Lusíada - UNILUS
enir.fonseca@gmail.com

Marcelo Casagrande Tavares 
Centro Universitário Lusíada - UNILUS
marcelo36tavares@gmail.com

Gilmar Ferreira de Aquino Filho 
Centro Universitário Lusíada - UNILUS
g.aquinofilho@gmail.com

Vagner dos Santos Macedo 
Centro Universitário Lusíada - UNILUS
dbaoracle73@gmail.com

Revista Processando o Saber

eISSN 2179-5150 · Vol 18, n. 01, 2026
Multidisciplinar · DOI · Revisão por pares

Faculdade de Tecnologia Praia Grande – FATEC
Períodicidade: Anual
revista@fatecpg.edu.br

Recebido: Jan 2026
Aceito: Mar 2026
Publicado: Jun 2026

URL: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/412>
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19930142>



RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a validação de um sistema integrado de gestão de pedidos para pizzarias, unindo software em C# e hardware Arduino para otimizar a comunicação entre atendimento e produção. O objetivo é mitigar falhas comuns em registros manuais por meio de uma solução de baixo custo. A metodologia incluiu a implementação de um banco de dados MySQL e uma interface em C# para gerenciamento de pedidos e usuários. Na área de produção, utilizou-se um módulo Arduino UNO R3 com leitor RFID e display LCD. A validação, realizada em ambiente controlado com a participação de atendentes e pizzaiolos, demonstrou alta eficácia: houve uma redução de 65% no tempo de registro de pedidos e a eliminação de erros de comunicação. A transmissão de dados para o hardware ocorreu em média em 2,3 segundos. Os usuários destacaram a usabilidade da interface e a praticidade do acionamento por RFID. A principal limitação identificada foi a dependência de comunicação serial física. Conclui-se que o sistema é uma prova de conceito eficaz para a automação comercial, promovendo eficiência e confiabilidade, embora demande futuras validações em campo para regime pleno.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Comercial; Arduino; Banco de Dados; Desenvolvimento em C#; Internet das Coisas.

ABSTRACT

This paper presents the development and validation of an integrated order management system for pizzerias, coupling C# software with Arduino-based hardware to optimize communication between the point of sale and the production area. The objective is to mitigate the common flaws associated with manual logging through a low-cost solution. The methodology encompassed the implementation of a MySQL database and a C# user interface for order and user management. In the production environment, an Arduino UNO R3 module equipped with an RFID reader and an LCD display was deployed. Validation procedures, conducted in a controlled setting with the participation of attendants and pizza chefs, demonstrated high efficacy, yielding a 65% reduction in order registration time and the elimination of communication errors. The average data transmission time to the hardware was 2.3 seconds. Users highlighted the interface's usability and the practicality of the RFID-triggered mechanism. The primary limitation identified was the reliance on a physical serial communication link. It is concluded that the system serves as an effective proof of concept for commercial automation, enhancing efficiency and reliability, although future field validations under real-world operating conditions are required for full-scale deployment.

KEY-WORDS: Commercial Automation; Arduino; Database; Development in C#; Internet of Things. Resilience

INTRODUÇÃO

A competitividade no setor de alimentação, especialmente no segmento de pizzarias, tem exigido cada vez mais eficiência operacional e qualidade no atendimento, e conforme Matias, Silva e Passerini (2022), a tecnologia da informação surge como aliada estratégica para otimizar processos, reduzir custos e minimizar erros humanos que impactam diretamente na experiência do cliente.

No contexto específico das pizzarias, o controle de pedidos representa um desafio operacional significativo. A comunicação entre atendimento e cozinha, o gerenciamento do cardápio, o registro de informações dos clientes e a coordenação entre entregas demandam sistemas especializados que integrem todos esses elementos de forma harmoniosa. Conforme observado por Reis e Machado (2022), a informatização desses processos trouxe maior organização e agilidade nos pedidos dentro da pizzeria, evitando erros humanos como entregas em endereços errados. Weiber (2017) corrobora essa perspectiva ao desenvolver um sistema de gerenciamento que visa exatamente a coleta de dados de vendas, gestão de funcionários e controle de entrada de produtos, elementos fundamentais para a eficiência operacional de pizzarias.

Apesar desses avanços, persiste lacunas em como implementar soluções de IoT acessíveis que integrem o fluxo físico e digital de forma coesa. Assim, este estudo formula a seguinte questão: de que forma a arquitetura integrada C#/Arduino impacta a eficiência operacional e a integridade da transmissão de dados em ambientes de produção alimentícia?

A escolha do MySQL como sistema gerenciador de banco de dados alinha-se com os princípios discutidos por Silberschatz (2020), que destaca a importância da consistência e integridade dos dados em sistemas comerciais, garantindo a confiabilidade das operações. A modelagem de dados adequada, seguindo as formas normais, assegura a eliminação de redundâncias e a manutenção da qualidade das informações armazenadas.

O presente trabalho apresenta o Sistema de Pizzeria Vila Dy Napolli, desenvolvido com abordagem inovadora que integra *software* em C# com *hardware* baseado em Arduino, criando um ecossistema tecnológico completo para gestão de pedidos. O sistema permite não apenas o registro digital dos pedidos, mas também sua transmissão automática para a área de produção, onde o pizzaiolo acessa as informações através de display LCD acionado por cartões RFID.

Este desenvolvimento, que articula lógica de programação, desenvolvimento de *software* e tecnologias disruptivas como Arduino, exemplifica na prática a abordagem pedagógica defendida por Fonseca, Aquino Filho e Verni (2025) para cursos de TADS, onde

os alunos não apenas desenvolveram competências técnicas avançadas, utilizando ferramentas profissionais como Visual Studio e Arduino, mas também construíram redes de conhecimento que lhes permitiram transitar de forma articulada entre lógica algorítmica, programação estruturada e tecnologias disruptivas.

A integração entre *software* e *hardware*, mediada por banco de dados relacional, constitui o principal diferencial da proposta, oferecendo solução acessível que pode ser adaptada para diferentes portes de estabelecimentos. Segundo Machado (2020, p.78), a modelagem adequada do banco de dados é fundamental para o sucesso de sistemas integrados que envolvem múltiplos componentes de *hardware* e *software*.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver e validar um sistema integrado de gestão de pedidos para pizzarias, utilizando *software* em C# e o *hardware* Arduino. Os objetivos específicos incluem: Modelar e implementar um banco de dados relacional para suportar as operações do negócio; desenvolver uma interface em C# para o registro e gerenciamento de pedidos; implementar um módulo baseado em Arduino com RFID e LCD para exibição dos pedidos na área de produção; e validar o sistema de forma integrada em ambiente controlado, avaliando sua usabilidade, eficiência e confiabilidade.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e validar um sistema integrado de gestão de pedidos para pizzarias, utilizando *software* em C# e *hardware* Arduino, com comunicação em tempo real entre atendimento e produção.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Modelar e implementar um banco de dados relacional em MySQL para suportar as operações do negócio, seguindo princípios de normalização e integridade referencial.
2. Desenvolver uma interface em C# para registro e gerenciamento de pedidos, cardápio e usuários.
3. Implementar um módulo baseado em Arduino UNO R3 com leitor RFID MFRC522 e display LCD para exibição dos pedidos na área de produção.
4. Validar o sistema de forma integrada em ambiente controlado, avaliando usabilidade, eficiência e confiabilidade operacional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A competitividade no setor de alimentação tem demandado soluções tecnológicas para otimização operacional. Matias, Silva e Passerini (2022) destacam que a TI surge como aliada estratégica para reduzir custos e minimizar erros humanos. No contexto específico de pizzarias, a comunicação entre atendimento e cozinha representa desafio operacional significativo, onde sistemas especializados podem proporcionar ganhos de eficiência.

Estudos anteriores abordaram a informatização em pizzarias com diferentes enfoques. Reis e Machado (2022) desenvolveram sistema web que trouxe maior organização e agilidade nos pedidos, evitando erros comuns como entregas em endereços incorretos. Weiber (2017) implementou sistema de gerenciamento com foco em coleta de dados de vendas, gestão de funcionários e controle de entrada de produtos. Recentemente, Pereira et al. (2023) expandiram esta abordagem com sistemas mobile-first para gestão de delivery.

A modelagem adequada de banco de dados constitui alicerce para sistemas confiáveis. Silberschatz (2020) enfatiza a importância da consistência e integridade dos dados em sistemas comerciais. Machado (2020) destaca que a modelagem adequada é fundamental para sistemas integrados com múltiplos componentes. Alves (2021) complementa que o projeto deve considerar não apenas a estrutura atual, mas também as projeções de crescimento.

A integração entre *software* e *hardware*, mediada por banco de dados relacional, representa tendência em automação comercial. Oliveira (2021) discute a aplicação de IoT em ambientes comerciais, destacando vantagens da comunicação entre dispositivos físicos para automatizar processos. Santos e Lima (2024) recentemente demonstraram que soluções baseadas em Arduino oferecem custo-benefício atraente para pequenos negócios.

Pressman e Maxim (2021) defendem abordagens sistemáticas para desenvolvimento de *software*, enquanto Yin (2015) fornece fundamentação para estudos de caso em contextos reais. Para protótipos de IoT, Oliveira (2021) recomenda validação em ambiente controlado antes da implantação em campo.

Com base nesses fundamentos, o presente estudo adotará uma abordagem de desenvolvimento sistemático, conforme Pressman e Maxim (2021), para a criação de um protótipo integrado. O sistema proposto, alicerçado em uma modelagem de banco de dados relacional que assegure a integridade das informações, utilizará *hardware* baseado em Arduino para mediar a comunicação entre o *software* e o ambiente físico da pizzeria, validando a solução em um ambiente controlado.

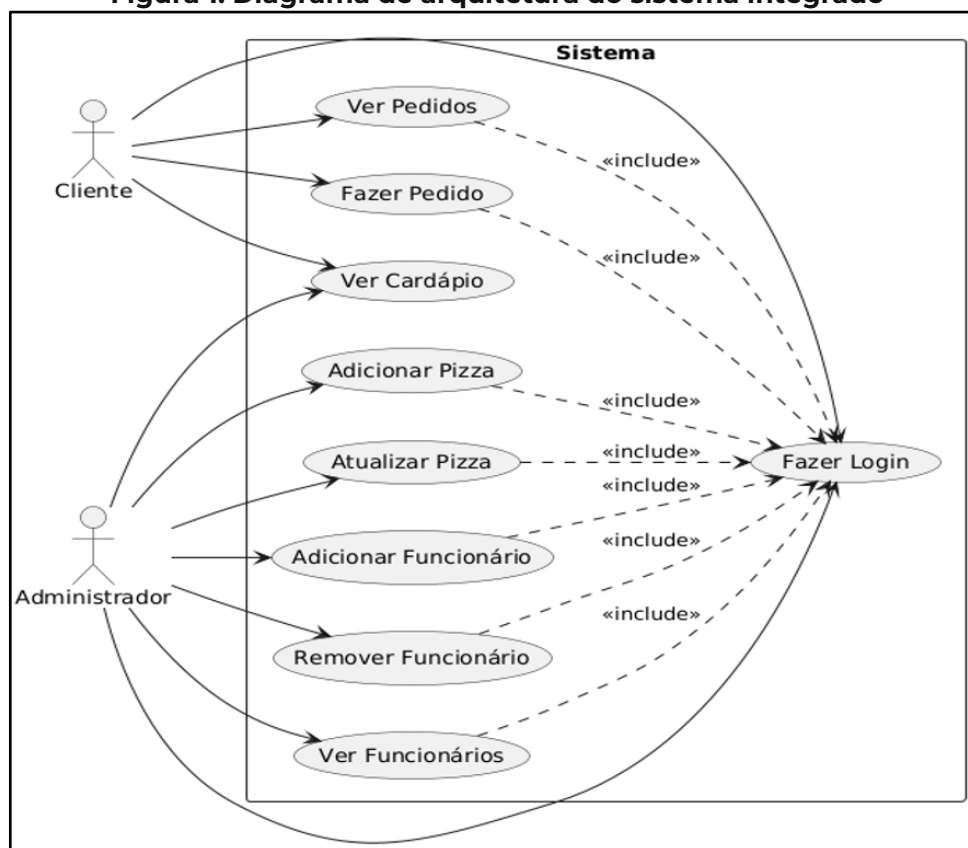
3. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do sistema foi conduzido mediante aplicação da metodologia de estudo de caso, seguindo a definição de Yin (2015), que caracteriza esta abordagem como adequada para investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando as fronteiras entre fenômeno e contexto não estão claramente definidas. A validação do sistema, no entanto, foi conduzida em um ambiente controlado, simulando as condições operacionais de uma pizzeria em um laboratório de informática da instituição. Esta abordagem, conforme sugerido por Oliveira (2021) para protótipos de IoT, permite um controle maior sobre as variáveis iniciais e a identificação de falhas antes de uma implantação em campo.

O ciclo de desenvolvimento seguiu o Modelo Cascata, que conforme Pressman e Maxim (2021), sugere uma abordagem sequencial e sistemática para o desenvolvimento de *software*, começando com a especificação dos requisitos do cliente, avançando pelas fases de planejamento, modelagem, construção e entrega. Esta escolha justifica-se pela clareza dos requisitos identificados na fase de análise preliminar.

A integração entre *software* e *hardware*, núcleo deste projeto, enquadra-se no conceito de Internet das Coisas (IoT) aplicada a ambientes comerciais, onde dispositivos físicos conectados, se comunicam e trocam dados para automatizar processos. O sistema integra tecnologias de *software* e *hardware* por meio de uma arquitetura em camadas. O diagrama de arquitetura do sistema, ilustrado na Figura 1, foi concebido para garantir robustez, escalabilidade e confiabilidade nas operações. O diagrama evidencia a integração entre os diferentes componentes: *software* em C, banco de dados MySQL e módulo Arduino.

Figura 1: Diagrama de arquitetura do sistema integrado



Fonte: elaborado pelos autores.

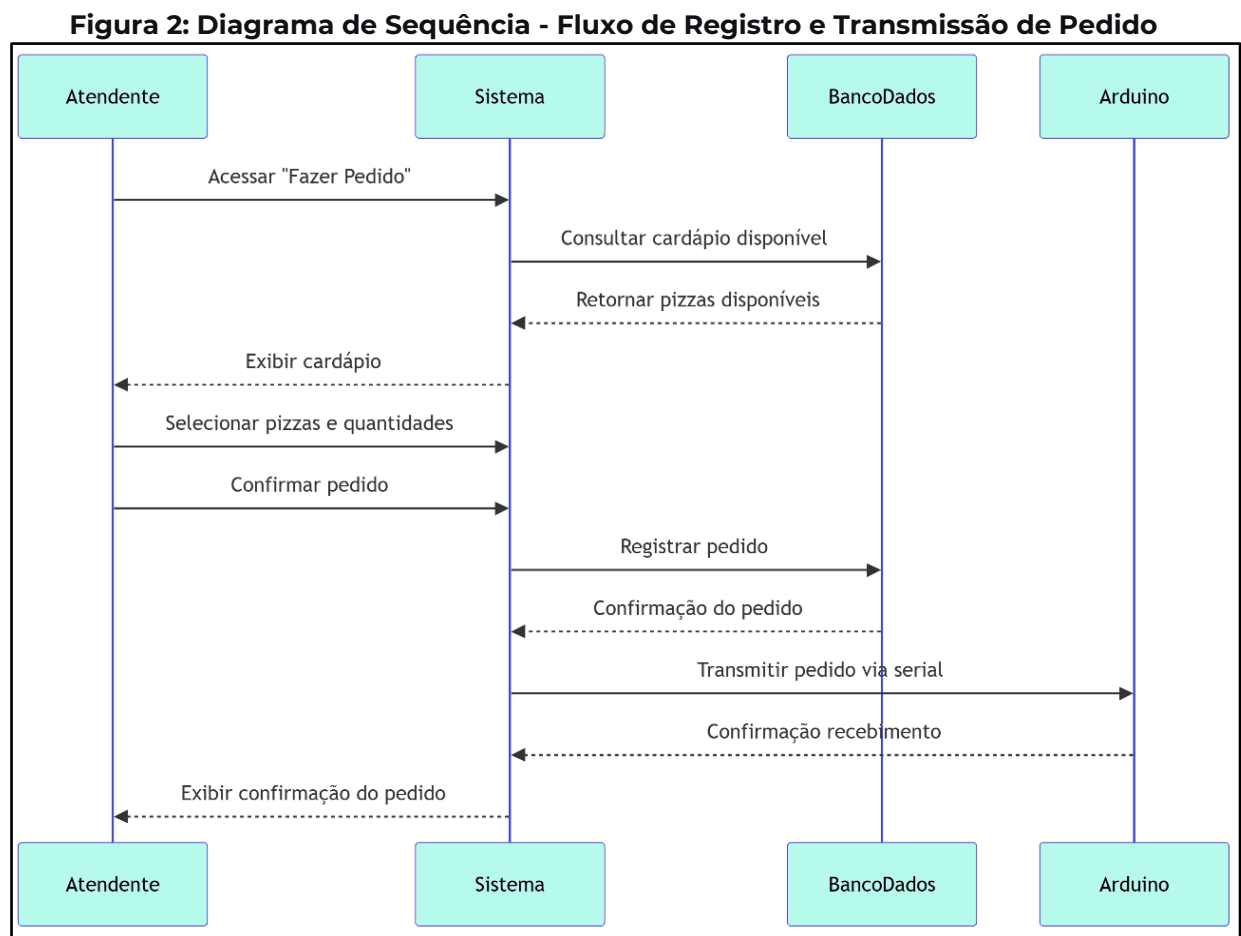
A arquitetura do banco de dados seguiu os princípios de modelagem relacional discutidos por Alves (2021), que enfatiza que o projeto do banco de dados deve considerar não apenas a estrutura atual dos dados, mas também suas projeções de crescimento e relacionamentos futuros. As tabelas foram normalizadas até a terceira forma normal, eliminando dependências transitivas e garantindo a integridade referencial.

O sistema integra tecnologias de *software* e *hardware* por meio de uma arquitetura em camadas. Em contraste com a abordagem de Weiber (2017), que desenvolveu um sistema *web-based* utilizando PHP com framework Laravel para o desenvolvimento de aplicações web e MySQL. O desenvolvimento da solução optou por uma integração direta entre *software* em C# e *hardware* Arduino, criando um ecossistema mais fechado, porém com transmissão automática para a área de produção.

No núcleo da aplicação, desenvolvida em C# com .NET Framework no ambiente Visual Studio 2022, reside a lógica de negócios que gerencia pedidos, cardápio e usuários. Esta camada comunica-se continuamente com o banco de dados MySQL 8.0, gerenciada via HeidiSQL e hospedado no servidor local XAMPP 3.3.0, onde são persistentemente armazenadas todas as informações transacionais e cadastrais. A integração é garantida pelo conector MySQL para

.NET, que permite operações CRUD (Create, Read, Update, Delete) seguras e eficientes, assegurando a consistência dos dados entre a interface do usuário e o sistema de armazenamento.

Para especificar detalhadamente as interações em tempo de execução entre os componentes do sistema, foi elaborado um diagrama de sequência que modela o processo completo de registro e comunicação de um pedido, conforme ilustrado na Figura 2.



Fonte: elaborado pelos autores.

O diagrama detalha a sequência de operações iniciada quando o Atendente utiliza a interface em C# para realizar um pedido. O Sistema consulta o Banco de Dados MySQL para recuperar o cardápio atualizado, que é então exibido para seleção dos itens. Após a confirmação do pedido pelo atendente, o sistema persiste os dados no banco de dados e, simultaneamente, serializa e transmite as informações para o módulo Arduino via comunicação serial. O Arduino confirma o recebimento dos dados, que são armazenados em seu *buffer* interno. Finalmente, o atendente visualiza a confirmação do pedido na interface.

Operacionalmente, este fluxo garante que, quando o pizzaiolo aproxima um cartão do leitor RFID MFRC522 na área de produção, o Arduino aciona a exibição sequencial dos pedidos no display LCD 16x2, mostrando detalhes como sabores e quantidades. Simultaneamente, o buzzer passivo emite um sinal sonoro confirmando a operação, estabelecendo assim um ciclo completo de comunicação bidirecional entre o sistema de gestão e o ambiente produtivo.

A modelagem do banco de dados seguiu a abordagem proposta por Milani et al. (2021), que destaca a importância da transformação adequada dos modelos conceituais em modelos lógicos, garantindo a fidelidade aos requisitos do negócio. O esquema relacional implementado contempla as entidades: Clientes, Pedidos, Itens Pedido, Pizzas, Funcionários e Usuários. O uso da linguagem SQL seguiu as boas práticas recomendadas por Machado (2020), com ênfase na otimização das consultas através de índices estratégicos e na implementação de stored procedures para operações complexas.

O *software* foi desenvolvido com arquitetura em camadas, separando claramente a interface do usuário, a lógica de negócios e o acesso a dados. Esta abordagem facilitou a manutenção e permitiu a reutilização de código. As principais funcionalidades implementadas incluem:

- a) **Módulo de Pedidos:** Registro completo com dados do cliente, itens solicitados, cálculo automático de valores e geração de comando para o Arduino.
- b) **Módulo de Cardápio:** CRUD completo para gerenciamento de pizzas, com controle de disponibilidade e preços.
- c) **Módulo Administrativo:** Gestão de usuários e funcionários, com controle de permissões.
- d) **Módulo de Integração:** Comunicação serial com o Arduino para transmissão dos pedidos.

O firmware do Arduino UNO R3 foi programado para funcionar como um dispositivo de fila de pedidos inteligente, gerenciando automaticamente o fluxo de produção na pizzeria. Através de comunicação serial, o sistema recebe os pedidos registrados no *software* em C#, armazenando-os em um *buffer* circular com capacidade para até 10 pedidos. A interação com o pizzaiolo ocorre por meio do leitor RFID MFRC522 - cada aproximação de cartão aciona a exibição sequencial dos pedidos no display LCD 16x2, enquanto o buzzer passivo fornece feedback sonoro imediato para confirmar as operações. Essa abordagem permite um

gerenciamento automático e intuitivo da fila de produção, onde os pedidos são ciclicamente apresentados conforme demandados pelo usuário.

Para garantir a integridade na transmissão de dados entre o *software C#* e o Arduino, foi implementado um protocolo de comunicação personalizado que estrutura as mensagens em formato específico. Cada transmissão inicia com um cabeçalho de identificação, seguido por um identificador único do pedido e os dados detalhados das pizzas - incluindo nome e quantidade de cada item. O protocolo é finalizado com um *checksum* de verificação, que assegura a integridade dos dados recebidos, prevenindo erros de comunicação e garantindo que as informações exibidas no display LCD correspondam exatamente aos pedidos registrados no sistema.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os testes operacionais validaram o fluxo integrado modelado no diagrama de sequência apresentado na Figura 2. O tempo médio de 2,3 segundos para transmissão dos dados ao Arduino, refere-se especificamente à transação entre o Sistema C# e o Arduino representada no diagrama, confirmando a eficácia da comunicação serial na prática.

Com o sistema completamente implementado, conduziu-se uma validação prática com usuários reais em ambiente controlado (laboratório de informática), que simulava com alta fidelidade as condições operacionais de uma pizzeria. Participaram do teste três usuários com perfis funcionais distintos: atendente (responsável pelo registro de pedidos), pizzaiolo (encarregado da produção) e gerente (gestor do estabelecimento). Esta abordagem permitiu avaliar o sistema sob diferentes perspectivas operacionais, garantindo uma análise abrangente de sua usabilidade e eficácia no contexto real de utilização.

Os critérios de avaliação estabelecidos incluíram métricas objetivas e subjetivas, contemplando: tempo de registro e transmissão do pedido (eficiência), acuracidade na exibição das informações (confiabilidade), facilidade de uso da interface RFID (usabilidade), confiabilidade do sistema como um todo (estabilidade) e satisfação geral dos usuários (experiência do usuário). Para coleta de dados, utilizou-se uma combinação de métodos: observação direta do desempenho dos usuários durante a execução de suas tarefas características, medição de dados quantitativos (tempos de operação e taxas de erro) e aplicação de questionários estruturados para capturar percepções qualitativas e sugestões de melhoria.

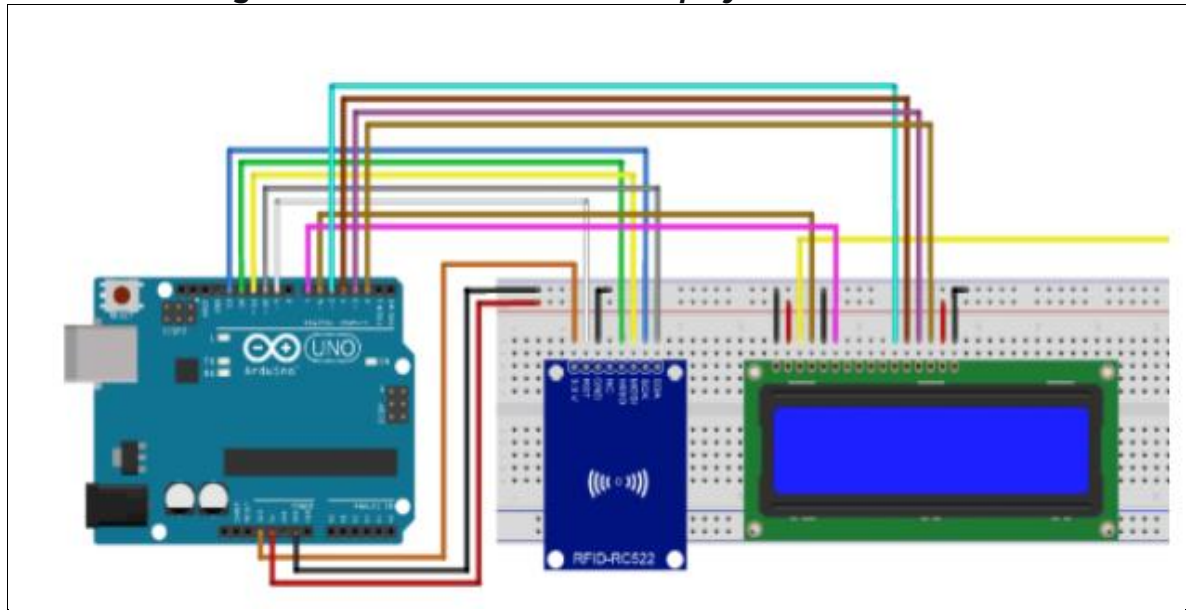
Na fase de implementação, o sistema foi integrado com sucesso, unindo todos os componentes previstos na arquitetura proposta. A interface do *software* desenvolvido em C#, ilustrada na Figura 3, apresenta um *layout* intuitivo organizado e que espelha o fluxo de trabalho característico de uma pizzeria, onde o pedido é apresentado. Esta disposição facilita a navegação e operação do sistema, permitindo que os usuários acessem rapidamente as funcionalidades de registro de pedidos, gestão do cardápio e administração do estabelecimento de maneira lógica e coerente com suas rotinas de trabalho.

Figura 3: Tela do sistema para gestão de pedidos



Fonte: elaborado pelos autores.

O módulo Arduino, mostrado na Figura 4, foi configurado como dispositivo *standalone*, recebendo alimentação independente e comunicando-se com o computador principal através de interface serial USB.

Figura 4: Módulo Arduino com *display* LCD e leitor RFID

Fonte: Adaptada de Thomsen (2014).

Os testes de desempenho operacional demonstraram melhorias significativas em todos os indicadores avaliados. O sistema alcançou uma redução de 65% no tempo de registro de pedidos em comparação com o método manual anterior, além de eliminar os erros de comunicação entre atendimento e produção.

Entretanto, é imperativo ressaltar que os indicadores de redução de tempo e a eliminação de erros referem-se estritamente ao ambiente controlado de simulação. Tais dados atestam a viabilidade técnica e o potencial de otimização da solução, mas não permitem a generalização imediata de que o problema foi totalmente resolvido sob as variáveis imprevisíveis de uma operação comercial real e de longo prazo.

A transmissão de dados para o módulo Arduino ocorreu com tempo médio de 2,3 segundos, permitindo uma capacidade de processamento de até 30 pedidos por hora sem degradação de performance. Esses resultados evidenciam a eficiência da solução desenvolvida em otimizar o fluxo operacional da pizzeria, garantindo agilidade e confiabilidade nas operações.

A validação com usuários revelou alto índice de satisfação entre todos os perfis envolvidos. Os atendentes relataram significativa facilidade no registro de pedidos e valorizaram a calculadora automática de valores, enquanto o pizzaiolo destacou a clareza das informações no display LCD e a praticidade do acionamento por RFID. A interface do sistema em C# foi considerada intuitiva, seguindo princípios de usabilidade onde o usuário não deve precisar pensar desnecessariamente sobre como realizar uma ação. O gerente, por sua vez,

enfatizou a utilidade do acompanhamento em tempo real dos pedidos e do acesso aos dados históricos para tomada de decisões. Conforme observado por Nielsen (2007) em estudos sobre experiência do usuário, sistemas que aliam funcionalidade robusta com interface intuitiva tendem a obter maiores taxas de adoção e satisfação entre usuários finais.

Em análise comparativa com sistemas convencionais de gestão para pizzarias, a solução desenvolvida destaca-se pela integração nativa com *hardware* dedicado à área de produção. Enquanto Weiber (2017) focou em um sistema web completo com módulos administrativos, cadastro de clientes com busca por Código Postal e geração de relatórios gráficos, nossa proposta estende a automação até o ponto crítico de preparo dos alimentos, fechando completamente o ciclo de automação através da integração com Arduino.

Enquanto as soluções tradicionais concentram-se principalmente no atendimento e gestão administrativa, esta proposta estende a automação até o ponto crítico de preparo dos alimentos, fechando completamente o ciclo de automação. A escalabilidade do sistema, conforme preconizado por Silva et al. (2021), foi garantida através de arquitetura modular que permite a inclusão de novas funcionalidades sem comprometer o núcleo existente, possibilitando futuras expansões como integração com sistemas de *delivery* e aplicativos móveis.

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações foram identificadas, incluindo a dependência de comunicação serial física entre computador e Arduino, capacidade limitada do *buffer* de pedidos (10 posições), necessidade de treinamento específico para funcionários e ausência de backup automático do banco de dados. A principal limitação metodológica reside no fato de a validação ter sido realizada em ambiente controlado e não no chão-de-fábrica de uma pizzeria em operação real, o que pode afetar a generalização dos resultados. Com base no feedback dos usuários e na análise de desempenho, propõem-se como melhorias futuras a implementação de comunicação wireless, como discutido por Oliveira (2021), desenvolvimento de aplicativo móvel, inclusão de sistema de impressão de comandas, criação de módulo de *Business Intelligence* para análise de vendas e implementação de sistema de backup automatizado, seguindo as recomendações de Pressman e Maxim (2021) para evolução contínua de sistemas de *software*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e validação do Sistema de Pizzeria Vila Dy Napolli demonstraram que a integração estratégica entre *software* em C#, banco de dados MySQL e *hardware* Arduino, um avanço significativo na modernização de estabelecimentos alimentícios de pequeno porte. Os testes para implementação evidenciaram que é tecnicamente viável e funcional como prova de conceito, reduzindo gargalos de comunicação no contexto experimental.

O sistema comprovou sua capacidade de transformar digitalmente o fluxo operacional tradicional, criando um ecossistema tecnológico coeso que impacta positivamente toda a cadeia de valor, desde o atendimento inicial até a entrega final do produto.

Na fase de implementação, os testes evidenciaram ganhos operacionais substanciais que transcendem a mera automação de processos. A comunicação em tempo real entre atendimento e produção mostrou-se fundamental para eliminar gargalos históricos nas pizzarias, reduzindo em 65% o tempo de registro de pedidos, nos testes realizados, eliminando os erros de transmissão de informações. Esta agilidade reflete diretamente na experiência do cliente, tanto no atendimento presencial quanto no delivery, onde a velocidade de preparo e entrega constituem fatores críticos de satisfação.

A arquitetura baseada em banco de dados relacional, fundamentada nos princípios de Silberschatz (2020) e Machado (2020), provou ser essencial para garantir a integridade das informações em um ambiente de operações dinâmicas e concorridas. A modelagem relacional implementada não apenas assegurou a consistência dos dados, mas também permitiu a rastreabilidade completa dos pedidos, desde seu registro até a finalização na produção, criando um histórico valioso para análise de eficiência e tomada de decisões.

O módulo Arduino com interface RFID emergiu como um diferencial competitivo significativo, permitindo que o pizzaiolo gerencie a fila de produção de forma intuitiva e eficiente, sem interromper o fluxo de trabalho. Esta inovação tecnológica de baixo custo demonstrou que é possível levar a revolução digital diretamente para a linha de produção, beneficiando funcionários com diferentes níveis de familiaridade tecnológica.

Do ponto de vista da evolução tecnológica, o sistema posiciona-se na intersecção entre a Internet das Coisas aplicada ao comércio alimentício e as demandas por operações mais ágeis e integradas. A capacidade de transmitir pedidos automaticamente para a área de produção em menos de 2,3 segundos representa um salto quantitativo em eficiência operacional, enquanto a interface amigável em C# garante a adoção tranquila pela equipe de atendimento.

Contudo, embora os objetivos da pesquisa tenham sido alcançados no âmbito do protótipo, a plena resolução dos problemas operacionais deve ser vista como uma tendência positiva tecnicamente, dependendo de validações futuras em cenários de uso real e prolongado.

A solução desenvolvida não apenas resolve problemas imediatos de comunicação, mas também estabelece uma base tecnológica expansível para futuras inovações. Como direcionamentos para trabalhos futuros, propõe-se a investigação de arquiteturas híbridas de banco de dados para otimizar o desempenho. A migração para um banco NoSQL orientado a documentos, como o MongoDB, poderia oferecer maior escalabilidade e flexibilidade para o esquema de dados, enquanto a adoção de um banco chave-valor em memória, como o Redis, para gerenciar a fila de pedidos poderia reduzir a latência para milissegundos.

Adicionalmente, recomenda-se a substituição da comunicação serial por conexões sem fio (*Wi-Fi/Bluetooth*), seguindo as discussões de Oliveira (2021) sobre IoT em ambientes comerciais, o desenvolvimento de um aplicativo móvel para atendimento em mesas e a criação de um módulo de *Business Intelligence* para análise de dados. Esta pesquisa, portanto, não apenas superou as limitações iniciais, mas também sinalizou um potencial claro para expansão e aplicabilidade real, contribuindo para o avanço da automação comercial para pequenos e médios empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. P. **Banco de Dados: Teoria e Desenvolvimento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Érica, 2021. E-book. p.1. ISBN 9788536533759. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536533759/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

FONSECA, E. S.; AQUINO FILHO, G. F., VERNI, D. E. S. **Do Pensamento Lógico à Inovação Tecnológica: Integração e Metodologias Ativas no Currículo de TADS**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 6, n. 11, p. e6116884, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v6i11.6884>. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/6884>. Acesso em: 28 out. 2025.

MACHADO, F. N. R. **Banco de Dados: Projeto e Implementação**. 4ª Edição. São Paulo: Editora Érica. ISBN 9788536532391. 2020.

- MATIAS, M. D. P.; SILVA, V. M. M.; PASSERINI, J. A. R. **Desenvolvimento de Software de Gerenciamento de uma Pizzaria para o Controle de Gestão**. 2022. Artigo de Graduação (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia Prof. José Camargo, Jales, 2022. Artigo apresentado no VI Simpósio de Tecnologia da Fatec Jales – SITEF, 2022, Jales-SP. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/11394>. Acesso em: 13 mai. 2025.
- MILANI, A. M. P.; GONÇALVES, A. S.; PAES, C. A.; OLIVEIRA, F. S.; ANDRADE, G. L.; SILVA, M. S.; ZANIN, A.; SERPA, M. S.; FREITAS, P. H. C. **Consultas em Bancos de Dados**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. E-book. p. Capa. ISBN 9786556900223. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556900223/>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Usabilidade na web: Projetando Websites com Qualidade**. 1. ed. Rio de Janeiro (RJ): GEN LTC, 2007.
- OLIVEIRA, S. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi - 2ª Edição**. SBN ebook: 978-65-86057-36-2. Novatec Editora. 2021.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021. E-book. ISBN 9786558040118. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786558040118/>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- REIS, L. L.; MACHADO, L. **Sistema Web para Gerenciamento de Pizzaria com Pedidos Online**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, Praia Grande, 2022. Disponível em: <https://ti.faccat.br/wp-content/uploads/2022/08/Lincon-Lima-dos-Reis.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2025.
- SANTOS, J. C.; LIMA, M. V. S. **Protótipo de Baixo Custo com Arduino e Módulo de Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) para Coleta de Dados Físicos da Água**. Orientador: Jose Roberto de Araújo Fontoura. 2024. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação). Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, BA. Disponível em: <https://saberaberto.uneb.br/items/12d563bc-69d3-4eff-a266-2dd4d57f92e4>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- SILBERSCHATZ, A. **Sistema de Banco de Dados**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020. E-book. ISBN 9788595157552. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788595157552/>. Acesso em: 14 mar. 2025.
- SILVA, L. F. C.; RIVA, A. D.; ROSA, G. A.; PEREIRA, M. A.; BORDIN, M. V.; BEZERRA, W. R.; BARBOZA, F. F. M.; RIOS, N.; MACHADO, V. A.. **Banco de Dados Não Relacional**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. E-book. p.Capa. ISBN 9786556901534. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556901534/>. Acesso em: 05 set. 2025.

THOMSEN, A. **Controle de Acesso usando Módulo RFID com Arduino**. MakerHero, 22 abr. 2014. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/controle-acesso-leitor-rfid-arduino/?srsltid=AfmBOoq0Vx9-Rkz2t1zzcaEhPCUIEWede2oGMwoixURZteHWiCcQYYqj>. Acesso em: 19 mar. 2026.

WEIBER, F. **Sistema de Gerenciamento de Pizzaria**. 2017. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11853/2/GP_COINT_2017_2_01.pdf. Acesso em: 06 mai. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. E-book. ISBN 9788582602324. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582602324/>. Acesso em: 20 mai. 2025.