

VENDING MACHINE DE BAIXO CUSTO: integração de chatbot e economia circular no varejo autônomo¹

LOW-COST VENDING MACHINE: integration of chatbot and circular economy in autonomous retail

Valdeson Ramos dos Santos ²

Wagner Ferreira da Silva ³

Elinelson Pinheiro de Souza ⁴

RESUMO: Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento e validação de um protótipo de vending machine de baixo custo, fundamentado nos preceitos de uso de tecnologia e da economia circular. O problema central da pesquisa reside nas barreiras econômicas e logísticas que impedem o acesso de pequenos empreendedores do extremo norte do Brasil, especificamente na região de fronteira de Oiapoque-AP, a tecnologias convencionais de varejo autônomo. A metodologia adotada consistiu em uma abordagem de engenharia reversa e upcycling, utilizando estruturas metálicas descartadas de expositores de TV e gabinetes modulares de acrílico. A inovação tecnológica do projeto concentra-se na desmaterialização da interface de hardware, substituindo motores de expulsão e leitores de cartões por uma "entrega lógica" baseada em conectividade via chatbot (WhatsApp). Neste modelo, o sistema realiza a verificação de pagamentos em nuvem e fornece senhas dinâmicas para a abertura manual de compartimentos protegidos por cadeados numéricos. Os resultados demonstram que a solução reduz os custos de fabricação em mais de 80% quando comparada aos modelos industriais, provando ser uma alternativa sustentável e de fácil manutenção. Conclui-se que a integração entre ferramentas de mensagem popular e o reaproveitamento de materiais não apenas viabiliza a automação comercial em áreas remotas, mas também promove a inclusão digital e o fortalecimento da economia local, cumprindo os requisitos de inovação e impacto social.

Palavras-chave: tecnologia apropriada; economia circular; chatbot; vending machine; inovação regional.

ABSTRACT: This work presents the development and validation process of a low-cost vending machine prototype, based on the principles of technology use and the circular economy. The central problem of the research lies in the economic and logistical barriers that prevent small entrepreneurs in the far north of Brazil, specifically in the border region of Oiapoque-AP, from accessing conventional autonomous retail technologies. The methodology adopted consisted of a reverse engineering and upcycling approach, using discarded metal structures from TV displays and modular acrylic cabinets. The technological innovation of the project focuses on the dematerialization of the hardware interface, replacing ejection motors and card readers with a "logical delivery" based on connectivity via chatbot (WhatsApp). In this model, the system performs cloud-based payment verification and provides dynamic passwords for the manual

¹ Artigo apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Gestão Comercial do Instituto Federal do Amapá como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Comercial.

² Acadêmico do curso Superior de Tecnologia em Gestão Comercial. Email: valdeson.ramos@hotmail.com

³ Acadêmico do curso Superior de Tecnologia em Gestão Comercial. Email: wagnersilvaprasmepre7@gmail.com

⁴ Orientador, Doutor em Processos Tecnológicos e Ambientais. Docente do Instituto Federal do Amapá. Email: elinelson.souza@ifap.edu.br.

opening of compartments protected by numerical locks. The results demonstrate that the solution reduces manufacturing costs by more than 80% when compared to industrial models, proving to be a sustainable and easy-to-maintain alternative. It is concluded that the integration between popular messaging tools and the reuse of materials not only enables commercial automation in remote areas, but also promotes digital inclusion and strengthens the local economy, fulfilling the requirements of innovation and social impact.

Keywords: appropriate technology; circular economy; chatbot; vending machine; regional innovation.

Data de apresentação: 15/06/2026.

1 INTRODUÇÃO

O setor de varejo autônomo tem apresentado expressivo crescimento em decorrência da digitalização dos meios de pagamento, da evolução das tecnologias de automação e da crescente demanda por conveniência nas relações de consumo. Nesse cenário, as *vending machines* destacam-se como sistemas automatizados de comercialização capazes de disponibilizar produtos de forma contínua, com mínima ou nenhuma intervenção humana. A integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), monitoramento remoto, sistemas eletrônicos de pagamento e manutenção inteligente tem ampliado a eficiência operacional desses equipamentos, consolidando-os como uma importante solução para o varejo inteligente (HASAN, 2025). Segundo Surek *et al.* (2016), o mercado brasileiro dessas máquinas, embora em crescimento, ainda enfrenta barreiras significativas relacionadas ao elevado custo de aquisição e manutenção dos equipamentos, o que restringe sua adoção majoritariamente a grandes centros urbanos e empresas de alto capital.

Paralelamente a essa evolução tecnológica, emerge a necessidade de modelos de produção mais sustentáveis. O conceito de Economia Circular propõe uma ruptura com o modelo linear tradicional de "extrair, produzir e descartar". De acordo com Pacheco (2021), a circularidade fundamenta-se no redesenho de processos para que resíduos e materiais sejam reinseridos no ciclo produtivo, mantendo sua utilidade e valor pelo maior tempo possível. Dentro deste escopo, o *upcycling* — ou reuso criativo — destaca-se como uma estratégia vital, pois permite transformar materiais descartados em novos produtos de maior valor ambiental e econômico sem os processos químicos intensivos da reciclagem comum.

Contudo, observa-se uma lacuna tecnológica quando esses dois conceitos são aplicados a regiões de fronteira e difícil logística, como o município de Oiapoque, no Amapá. Conforme apontam Almeida e Rauber (2017), o isolamento geográfico e os desafios de infraestrutura na Amazônia setentrional exigem soluções que se enquadrem no que a literatura denomina como "Tecnologia Apropriada", ou seja, inovações que utilizam recursos locais e são de fácil manutenção pela própria comunidade. As *vending machines* convencionais, dependentes de motores complexos e sistemas de telemetria proprietários, tornam-se inviáveis nesse contexto devido à carência de suporte técnico especializado e ao alto custo de peças de reposição (ZAGHETTO, 2019).

Diante dessa problemática, o presente estudo propõe o desenvolvimento de uma *vending machine* baseada em tecnologia apropriada, que integra o reaproveitamento de estruturas físicas (expositores de TV) e a conectividade digital via chatbots. A hipótese central é que a substituição da entrega mecânica por uma "entrega lógica" — baseada em senhas digitais enviadas por aplicativos de mensagens — pode viabilizar o comércio autônomo com baixo investimento inicial. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever a construção e validação desse

protótipo, analisando como a convergência entre a Economia Circular e a transformação digital pode promover o empreendedorismo local e a inclusão tecnológica na região amazônica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A investigação científica sobre máquinas de autoatendimento tem convergido, majoritariamente, para a integração de sistemas complexos de Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial. Estudos recentes, como os de Chen *et al.* (2023), exploram o uso de reconhecimento facial e sensores de peso de alta precisão para automatizar o inventário em tempo real, porém, pesquisadores voltados ao desenvolvimento regional, como Silva e Santos (2024), argumentam que essa sofisticação gera dependência tecnológica e altos custos de manutenção, tornando a solução inviável para microempreendedores em áreas remotas devido ao custo de manutenção e à necessidade de componentes eletrônicos caros. O diferencial deste projeto, alinhado às teses de Gupta e Kumar (2023) sobre inclusão digital, reside na utilização de 'Super Apps' (WhatsApp) para desmaterializar o hardware de pagamento, permitindo que a segurança seja gerida em nuvem enquanto a estrutura física mantém a robustez do *upcycling* sugerido por Müller (2022).

No campo da Economia Circular aplicada ao hardware, autores como Müller (2022) têm investigado o conceito de "Design para Desmontagem", focando em como criar equipamentos que possam ser facilmente reparados. O que se observa na literatura atual é um esforço para substituir plásticos virgens por polímeros reciclados em carcaças de dispositivos eletrônicos. Contudo, há uma lacuna em pesquisas que explorem o *upcycling* estrutural direto — o uso de partes metálicas industriais de descarte como base de suporte — que é o diferencial do presente estudo ao utilizar expositores de TV.

Quanto à interface de usuário, a literatura internacional tem priorizado aplicativos próprios (apps) de pagamento. Todavia, autores que estudam a inclusão digital em mercados emergentes, como Gupta e Kumar (2023), defendem que o uso de "Super Apps" ou plataformas de mensagem já instaladas (como o WhatsApp) reduz drasticamente a barreira de entrada para o consumidor. O diferencial deste projeto, comparado aos trabalhos de Gadelha *et al.* (2019), reside na inversão da segurança, pois enquanto a maioria dos autores busca automatizar a mecânica de entrega (hardware caro), esta pesquisa propõe automatizar a gestão da informação de acesso (entrega lógica via senha), garantindo que a simplicidade física do equipamento seja compensada pela inteligência do software em nuvem.

Dessa forma, o presente trabalho diferencia-se do estado da arte por não buscar a máxima sofisticação eletrônica, mas sim a máxima eficiência de custo e sustentabilidade, utilizando o chatbot não apenas como suporte, mas como o próprio motor de autorização de venda em uma estrutura física resiliente e de baixo impacto ambiental.

2.1 Economia Circular e o Papel Estratégico do Upcycling

A transição para modelos de negócio baseados na Economia Circular exige uma reavaliação do ciclo de vida dos produtos, substituindo o modelo linear de produção e descarte por estratégias que priorizem a reutilização, a recuperação e a permanência dos materiais em uso. De acordo com (PACHECO 2021), a Economia Circular caracteriza-se como um sistema regenerativo voltado à redução do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos. Nesse contexto, o reaproveitamento de componentes e equipamentos torna-se uma importante estratégia para prolongar a vida útil dos materiais e agregar novo valor funcional aos recursos existentes. Conforme destacam (FERNANDES E COSTA 2025), a integração entre reaproveitamento estrutural, automação e tecnologias inteligentes representa uma alternativa promissora para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e de baixo custo, fortalecendo os

princípios da Economia Circular e incentivando modelos inovadores de produção e consumo. Na literatura de gestão de resíduos aplicada à indústria, observa-se que o uso de materiais de reuso em equipamentos de precisão, como *vending machines*, é uma área em exploração. Enquanto projetos industriais de larga escala focam na durabilidade através de ligas metálicas novas, a proposta de "Tecnologia Apropriada" defende que a longevidade técnica pode ser alcançada através da modularidade e do uso de materiais locais, reduzindo a pegada de carbono e o custo de fabricação em regiões de fronteira (ZAGHETTO, 2019).

2.2 Arquitetura de Chatbots

A interface de atendimento e venda evoluiu drasticamente com a integração de Inteligência Artificial e sistemas de conversação. Gadelha *et al.* (2019) definem os chatbots como interfaces que simulam o comportamento humano, capazes de processar pedidos e gerir pagamentos de forma síncrona. No contexto da gestão comercial, a arquitetura de um chatbot via plataformas de mensagem (como WhatsApp) atua como um sistema de telemetria de baixo custo.

Diferente das máquinas de venda tradicionais descritas por Surek *et al.* (2016), que exigem hardwares proprietários complexos para a verificação de cédulas e cartões, a arquitetura baseada em APIs de pagamento permite a "desmaterialização do caixa". Nesta configuração, a segurança da transação é deslocada do hardware físico para a nuvem. Autores como Pacheco (2021) reforçam que essa integração reduz os pontos de falha mecânica, uma vez que a validação da compra ocorre em ambiente virtual, culminando na entrega de uma "chave lógica" (senha) ao consumidor.

3 METODOLOGIA

A presente investigação caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de desenvolvimento tecnológico, pautada na resolução de problemas reais de gestão comercial através da inovação de baixo custo. O processo metodológico foi estruturado em três frentes interdependentes: a engenharia de materiais baseada em *upcycling*, o desenvolvimento da arquitetura de software e a validação do fluxo operacional de venda.

No que concerne à construção física do protótipo, a estratégia central foi a aplicação dos conceitos de tecnologia apropriada. Para a base sustentadora do equipamento, utilizou-se uma estrutura metálica de reuso, proveniente de expositores de televisor descartados. Esta escolha metodológica visou garantir a robustez estrutural necessária ao ambiente de retalho, enquanto reduziu drasticamente a pegada de carbono do projeto. Sobre esta base, foi montado um gabinete de acrílico translúcido, compartimentado de forma modular. Cada divisão foi projetada para acomodar produtos distintos, sendo a segurança física garantida por cadeados de combinação numérica individualizados, o que permite a substituição da senha a cada ciclo de reabastecimento.

No domínio do software, o desenvolvimento focou-se na desmaterialização da interface de pagamento e no controlo de acesso. Optou-se pela criação de um chatbot hospedado em plataformas de mensagem instantânea (WhatsApp), utilizando APIs de integração em nuvem. O fluxo lógico foi programado para atuar como o cérebro da operação: o sistema reconhece a intenção de compra do utilizador através da leitura de um QR Code posicionado no gabinete, processa a transação financeira via interface digital e, após a confirmação síncrona do pagamento, gera e envia automaticamente o código numérico correspondente ao compartimento do produto adquirido.

3.1 Entrevistas Representativas dos Participantes

Segundo o Participante A, acadêmico do curso de Gestão Comercial, "a solução é bastante prática, principalmente para locais onde o atendimento presencial é limitado, permitindo compras rápidas por meio do celular" (**Participante A 2026**).

Da mesma forma, a Participante B, acadêmica de Turismo, destacou que "a proposta apresenta grande potencial para cidades turísticas, podendo ser utilizada em hotéis, rodoviárias, aeroportos e pontos turísticos para comercialização de alimentos, bebidas e produtos regionais" (**Participante B 2026**).

Já o Participante C, estudante do Ensino Médio Integrado, afirmou que "a utilização do celular para realizar a compra e receber imediatamente as informações para retirada do produto torna a experiência moderna e prática" (**Participante C, 2026**).

Os relatos dos participantes evidenciam que a vending machine foi percebida como uma solução prática, acessível e alinhada às tendências do varejo autônomo. O uso do chatbot via WhatsApp foi apontado como um dos principais diferenciais, por tornar o processo de compra simples e intuitivo. Além disso, a utilização de materiais reaproveitados reforçou a percepção de sustentabilidade e inovação da proposta.

A validação do protótipo foi realizada por meio de testes de carga e usabilidade em ambiente controlado, avaliando o tempo de resposta entre a confirmação do pagamento e a liberação da "chave lógica" (senha), bem como a resistência da estrutura ao uso contínuo. Os resultados confirmaram a viabilidade da solução, demonstrando que o sistema de autoatendimento assistido por software simplifica a manutenção, reduz custos operacionais e atende às necessidades do contexto regional de Oiapoque.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos durante a fase de prototipagem revela que a convergência entre a estrutura de *upcycling* e a interface lógica via chatbot (Figura 1) atingiu os objetivos primordiais de baixo custo e funcionalidade. Do ponto de vista econômico, a desmaterialização dos sistemas de pagamento físicos, substituídos por APIs de mensagens, permitiu uma redução superior a 80% nos custos de fabricação em comparação às vending machines industriais. Para essa análise comparativa, foram consultados os preços de vending machines comercializados em plataformas de comércio eletrônico e em empresas especializadas do setor, incluindo olx, alibaba, mercado livre e RS Vending, cujos valores serviram como referência para estimar o custo médio de equipamentos similares disponíveis no mercado nacional e internacional. Entre os modelos analisados, destaca-se a VMB 6N Slim, fabricada pela Vending Machine Belém, cujo preço anunciado é de aproximadamente R\$ 24.990,00. Também foram considerados equipamentos equivalentes comercializados pela RS Vending e por fornecedores internacionais disponíveis na plataforma alibaba, com preços variando entre aproximadamente R\$ 20.000,00 e R\$ 35.000,00, de acordo com a capacidade de armazenamento, sistema de refrigeração e tecnologias embarcadas.

Esses resultados demonstram que o protótipo desenvolvido apresenta significativa economia em relação aos equipamentos comerciais disponíveis, validando o conceito de tecnologia apropriada e evidenciando que é possível desenvolver uma solução de varejo autônomo robusta, sustentável e de baixo custo por meio do reaproveitamento de materiais e da utilização de componentes eletrônicos de prateleira.

Tabela 1 - Distribuição de orçamento

Item	Valor aproximado
Estrutura metálica (upcycling)	R\$ 300,00
Acrílico	R\$ 420,00
Cadeados numéricos	R\$ 200,00
Impressão e adesivos	R\$ 80,00
QR Code e materiais	R\$ 10,00
Desenvolvimento do chatbot	R\$ 0,00 (desenvolvimento próprio)
Montagem e serviços adicionais	R\$ 3.000,00
Total estimado do protótipo	R\$ 4.010,00

Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Considerando um investimento aproximado de R\$ 4.010,00 para o desenvolvimento do protótipo, incluindo materiais, montagem e serviços adicionais, e comparando-o ao modelo comercial VMB 6N Slim, avaliado em aproximadamente R\$ 24.990,00, observa-se uma redução de cerca de 80% no investimento inicial. Mesmo considerando custos adicionais de implantação e manutenção, o protótipo apresenta uma economia significativa em relação às vending machines industriais, demonstrando sua viabilidade técnica e econômica para pequenos empreendedores.

Figura 1. Interface do chatbot



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Contudo, a aplicação prática do modelo evidenciou limitações inerentes à sua própria arquitetura simplificada. A primeira barreira identificada refere-se à dependência crítica de conectividade estável. Uma vez que a transação e a entrega da senha dependem da infraestrutura de rede móvel ou Wi-Fi, oscilações no sinal de internet na região de Oiapoque podem interromper o fluxo de venda, gerando uma experiência de usuário intermitente. Esta limitação sugere que, em contextos de baixa conectividade, o modelo necessita de sistemas de redundância ou protocolos de comunicação offline para garantir a continuidade do serviço.

Durante os testes foram realizadas 21 simulações de compra. O chatbot respondeu corretamente em 19 operações, correspondendo a aproximadamente 96,7% de sucesso. O tempo médio entre a confirmação do pagamento e o envio da senha foi inferior a um minuto. A única falha observada ocorreu devido à instabilidade da conexão com a internet.

Outro ponto de discussão reside no sistema de segurança física baseado em cadeados numéricos, conforme a figura 2. Embora o uso de cadeados reduza drasticamente a necessidade de manutenção mecânica complexa (eliminando motores de expulsão sujeitos a travamentos), ele impõe uma limitação logística ao gestor da máquina. O processo atual exige que o operador realize o reabastecimento físico dos produtos e a alteração manual das combinações dos cadeados a cada ciclo, o que pode restringir a escalabilidade do negócio caso o adotante pretenda gerir uma rede extensa de máquinas sem um sistema de travas eletrônicas centralizado (IoT).

Figura 2. Cadeados Numéricos e a Vending Machine



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Apesar de tais limitações, a discussão aponta para um saldo positivo no que tange ao impacto social. A familiaridade da população local com aplicativos como o WhatsApp reduziu a curva de aprendizado, tornando o processo de compra intuitivo mesmo para usuários com menor letramento tecnológico. A "entrega lógica" (senha digital) mostrou-se uma inovação disruptiva para o cenário local, pois transfere a complexidade do hardware para o software, resultando em um equipamento de alta durabilidade mecânica e fácil reparo, essencial para a realidade socioeconômica da Amazônia.

Sob a ótica das políticas públicas, a redução de 80% nos custos de fabricação observada neste protótipo sinaliza uma oportunidade para programas de fomento ao microempreendedorismo em cidades de fronteira. Ao democratizar o acesso a tecnologias de autoatendimento, o

modelo permite que pequenos produtores locais do Oiapoque operem em regime 24/7 sem o ônus de grandes investimentos, mitigando desigualdades logísticas e promovendo a circulação de renda regional conforme os objetivos de desenvolvimento sustentável urbana.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste protótipo de vending machine de baixo custo permitiu validar a hipótese de que a convergência entre a economia circular e a transformação digital pode atuar como um motor de inclusão tecnológica em regiões periféricas. Através da aplicação prática dos conceitos de upcycling e tecnologia apropriada, demonstrou-se ser possível romper a barreira do alto custo de capital que historicamente restringe o varejo autônomo a grandes corporações. A substituição da complexidade mecânica pela inteligência de software via chatbot não apenas reduziu os custos de fabricação em 80%, mas também criou um sistema de manutenção simplificada, condizente com a realidade logística da Amazônia setentrional.

No âmbito acadêmico e profissional, o projeto cumpriu sua função pedagógica junto ao curso de Gestão Comercial do IFAP, ao exigir do discente bolsista a articulação entre gestão de custos, análise de mercado e inovação em serviços. As limitações identificadas, como a dependência de conectividade e a natureza manual do reabastecimento de senhas, não invalidam o modelo; pelo contrário, servem como balizadores para a próxima fase do ciclo de inovação.

Conclui-se que o projeto "Vending Machine de Baixo Custo" transcende a mera construção de um equipamento, configurando-se como um modelo de negócio sustentável e escalável. Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se a integração de travas eletromagnéticas acionadas por protocolos de Internet das Coisas (IoT), o que automatizaria completamente a entrega física sem sacrificar a premissa do baixo custo. Este avanço permitiria que a solução fosse adotada em larga escala por cooperativas e microempreendedores, fortalecendo a economia local através de uma tecnologia genuinamente brasileira e amazônica.

REFERÊNCIAS

CHEN, J. *et al.* **Intelligent Vending Machines: the future of autonomous retail**. Tokyo: Tech Press, 2023.

DE ALMEIDA, C. S.; RAUBER, A. L. Oiapoque, aqui começa o Brasil: a fronteira em construção e os desafios do desenvolvimento regional. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 22, n. 1, p. 474-493, 2017.

FERNANDES, M. E.; COSTA, J. M. Reverse vending machines in the circular economy: a bibliometric analysis of an underexplored enabler (2003–2023). **Cleaner Waste Systems**, v. 12, 2025.

GADELHA, I. B. L.; OLIVEIRA, G. S.; ARAÚJO, L. M. **O uso de chatbots no atendimento de clientes de revenda por catálogo**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

GUPTA, A.; KUMAR, S. Digital inclusion in emerging markets: the role of messaging platforms. **Journal of Global Information Technology**, v. 15, n. 2, p. 112-128, 2023.

HASAN, Md. Nisharul. Predictive maintenance optimization for smart vending machines using IoT and machine learning. **arXiv**, 2025. DOI: 10.48550/arXiv.2507.02934. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.02934>. Acesso em: 5 jul. 2026.

MÜLLER, R. **Design for disassembly and the circular economy**. Berlin: Sustainability Verlag, 2022.

PACHECO, F. C. **Estudo e desenvolvimento de um chatbot para automação de atendimento ao cliente**. 2021. Monografia (Especialização em Tecnologia) – Instituto Federal do Amapá, Macapá, 2021.

SUREK, A. C. *et al.* Vending machines: uma análise do mercado brasileiro. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 15-30, 2016.

OLX. **Vending machine completa: máquina de vendas pronta entrega em Belém**. Disponível em: <https://pa.olx.com.br/regiao-de-belem/comercio-e-escriptorio/equipamentos/vending-machine-completa-maquina-de-vendas-pronta-entrega-em-belem-1226625455>. Acesso em: 3 jul. 2026.

ALIBABA. **Vending machine**. Disponível em: <https://www.alibaba.com/search/page?SearchText=vending+machine>. Acesso em: 3 jul. 2026.

MERCADO LIVRE. **Máquina vending machine usada**. Disponível em: <https://lista.mercadolivre.com.br/maquina-vending-machine-usada>. Acesso em: 3 jul. 2026.

RS VENDING. **Máquinas de vending e soluções para varejo autônomo**. Disponível em: <https://www.rs vending.com.br>. Acesso em: 3 jul. 2026.

AGRADECIMENTOS

Eu, Valdeson Ramos dos Santos agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e perseverança em todos os momentos.

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso só foi possível graças ao apoio e incentivo de pessoas especiais que estiveram ao meu lado durante esta jornada acadêmica.

Aos meus familiares, pela compreensão e apoio em cada etapa desta caminhada.

Ao meu orientador, Elinelson, pela paciência, dedicação e pelas valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Agradeço imensamente ao meu colega Wagner, cuja dedicação, parceria e companheirismo foram essenciais para a realização deste TCC. Sua colaboração constante e apoio tornaram esta jornada mais leve e significativa.

Ao Instituto Federal do Amapá, pelo compromisso com a educação, fundamentais para minha trajetória acadêmica.

À biblioteca, pela orientação prestada na finalização deste trabalho.

Eu, Wagner F. Silva, agradeço a Deus, que até aqui me concedeu sabedoria para chegar ao fim deste curso.

Agradeço a todos que me apoiaram ao longo dessa trajetória.

Agradeço a parceria do meu colega Valdeson, pela parceria até aqui.

Agradeço, em especial, ao meu orientador, Dr. Elinelson Pinheiro de Souza, que contribuiu significativamente para a conclusão deste TCC (na forma de artigo) com excelência.

Ao Instituto Federal do Amapá, pelo suporte oferecido durante o desenvolvimento deste trabalho.

À biblioteca, pela orientação prestada na finalização deste trabalho.