

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA O GERENCIAMENTO OTIMIZADO DE UMA EMPRESA DE GUINCHO

Jonathan Guilherme Quinot¹, Rafael Brutscher Bachinski², Richard Schmitz³,
Edson Moacir Ahlert⁴

Resumo: Empresas de serviços de guincho frequentemente operam com processos manuais, resultando em desafios como a desorganização de registros em papel, a dispersão de informações visuais em aplicativos de mensagens e a inconsistência de dados operacionais. Este cenário compromete a eficiência e a confiabilidade da gestão. O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e analisar a implementação de um sistema web para centralizar e otimizar o gerenciamento de uma empresa de guincho. A metodologia adotada incluiu o levantamento de requisitos operacionais, o desenvolvimento de um Prova de Conceito (POC) e sua aplicação em um ambiente real de teste para validação das funcionalidades propostas. Como principais resultados, a plataforma demonstrou sucesso na centralização dos chamados, na padronização da coleta de dados em campo, incluindo fotografias dos veículos, e na organização do fluxo de informações, desde o acionamento até a finalização do serviço. Conclui-se que a substituição de processos manuais por um sistema integrado promove um aumento significativo na eficiência operacional, na segurança da informação e na confiabilidade dos dados, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões gerenciais.

Palavras-chave: sistema web; gestão de frotas; otimização de processos; empresa de guincho.

1 Graduando em Engenharia de Software, Univates.

2 Graduando em Engenharia de Software, Univates.

3 Graduando em Engenharia de Software, Univates.

4 Professor da Universidade do Vale do Taquari - Univates.

DEVELOPMENT OF A WEB SYSTEM FOR OPTIMIZED MANAGEMENT OF A TOWING COMPANY

Abstract: Towing service companies often operate with manual processes, leading to challenges such as disorganized paper records, scattered visual information across messaging apps, and inconsistent operational data. This scenario compromises management efficiency and reliability. The main objective of this work is to develop and analyze the implementation of a web system to centralize and optimize the management of a towing company. The methodology involved surveying operational requirements, developing a Proof of Concept (POC), and applying it in a real-world testing environment for validation. As main results, the platform successfully centralized service calls, standardized field data collection, including vehicle photographs, and organized the information flow from dispatch to service completion. It is concluded that replacing manual processes with an integrated system promotes a significant increase in operational efficiency, information security, and data reliability, providing a solid basis for managerial decision-making.

Keywords: web system; fleet management; process optimization; towing company.

1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

O setor de transporte e logística de veículos desempenha um papel fundamental na infraestrutura urbana e rodoviária, prestando serviços essenciais de resgate e remoção. O foco deste trabalho é o desenvolvimento e validação do sistema VYN, uma solução web centralizada para otimizar a gestão de empresas de guincho. Empresas de guincho são atores centrais neste ecossistema, atendendo a uma gama diversificada de demandas provenientes de seguradoras, órgãos públicos (como polícias e departamentos de trânsito) e clientes particulares. A eficiência, agilidade e confiabilidade na prestação desses serviços são cruciais não apenas para a satisfação do cliente, mas também para a segurança e fluidez do trânsito.

Apesar da importância estratégica, muitas empresas do setor ainda operam com base em processos manuais e fragmentados. A gestão de chamados, a documentação de ocorrências e a comunicação entre a base operacional e os motoristas frequentemente dependem de registros em papel e ligações telefônicas, uma abordagem que gera ineficiências na comunicação e aumenta o tempo de resposta (Setiawan; Arta; Sutisna, 2019).

Esta abordagem tradicional apresenta gargalos significativos à medida que a demanda cresce. O registro manual de informações em formulários de papel dificulta a organização, a consulta rápida a históricos e a geração de relatórios gerenciais, além de ser suscetível a erros, perdas e danos físicos.

O problema se agrava com a gestão de evidências visuais, como fotografias dos veículos resgatados. A prática comum de enviar essas imagens por meio de aplicativos de mensagens dispersa informações cruciais, desvinculando-as do registro formal do serviço. Essa falta de centralização e

fragmentação da informação compromete a integridade do processo (Hadinata; Muhsina; Sugiantoro, 2015), dificultando a verificação de avarias pré-existentes e a proteção da empresa contra contestações futuras.

Adicionalmente, o preenchimento manual dos horários de início e término dos atendimentos gera inconsistências que afetam a fidedignidade dos dados, comprometendo a confiabilidade dos registros (Ahmed; Ahmed, 2021) e impactando diretamente o faturamento, o cálculo de comissões e a avaliação de desempenho da equipe.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo principal automatizar o fluxo de trabalho de empresas de guinchos, desde o recebimento do chamado até a sua finalização, por meio do desenvolvimento e implementação de um sistema web centralizado que integre o registro de dados, a documentação fotográfica e o controle financeiro em uma única plataforma.

A metodologia adotada envolveu o levantamento de requisitos junto a uma empresa do setor, o desenvolvimento de um Prova de Conceito (POC) e sua implementação em um ambiente real de operação para validação prática.

A relevância deste estudo reside na demonstração dos benefícios da transformação digital para um segmento de mercado tradicional, explorando como a tecnologia pode otimizar processos, aumentar a confiabilidade dos dados e fornecer suporte robusto para a tomada de decisão. Ao final, espera-se comprovar que a substituição de processos manuais por um sistema integrado resulta em um ganho substancial de eficiência operacional e segurança da informação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para fundamentar o desenvolvimento do sistema proposto, é necessário explorar conceitos teóricos que convergem nas áreas de sistemas de informação, gestão de serviços e tecnologia de aplicativos móveis, todos aplicados ao contexto específico de resgate automotivo e guincho veicular.

2.1 Sistemas de Informação e Gestão de Serviços

Sistemas de Informação (SI) são definidos como conjuntos de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações com o objetivo de apoiar a tomada de decisão e o controle em uma organização (Laudon; Laudon, 2019). No contexto da gestão de serviços (*Service Management*), os SI são ferramentas essenciais para otimizar a entrega de valor ao cliente, transformando dados brutos em informações úteis (O'brien; Marakas, 2012).

Um sistema de gestão para uma empresa de guincho enquadra-se como um Sistema de Informação Gerencial (SIG), um tipo específico de SI focado em fornecer relatórios e informações para apoiar a tomada de decisão

tática e estratégica da gerência (O'brien; Marakas, 2012). O SIG transforma dados operacionais (localização de um chamado, tempo de atendimento, fotos do veículo) em informações estruturadas (relatórios de produtividade, faturamento por cliente, histórico de manutenções).

A implementação de um SIG busca resolver problemas clássicos de processos manuais: a falta de padronização, a morosidade no acesso à informação e a dificuldade na geração de análises estratégicas (Laudon; Laudon, 2019). Ao centralizar os dados, o sistema garante que todos os envolvidos — gestores, despachantes e motoristas — operem com base na mesma fonte de informação, eliminando as inconsistências e a dispersão de dados que caracterizam o problema de pesquisa.

2.2 Aplicativos Móveis e Geolocalização na Logística de Serviços

Os aplicativos móveis revolucionaram a gestão de equipes externas e a logística de serviços (Setiawan; Arta; Sutisna, 2019). Em operações de guincho, onde a agilidade e a localização precisa são críticas, os dispositivos móveis tornaram-se a principal interface entre a base e o motorista em campo.

Integrados a Sistemas de Informação Geográfica (GIS) — definidos como sistemas de hardware, software e dados geográficos projetados para capturar, armazenar, analisar e disseminar informações sobre áreas da Terra (Longley *et al.*, 2013) — os aplicativos permitem o rastreamento em tempo real da frota, o envio de rotas otimizadas e a identificação do veículo mais próximo para atender a uma ocorrência, reduzindo o tempo de resposta e o consumo de combustível.

Além da geolocalização, o aplicativo móvel funciona como uma ferramenta multifuncional para o registro de dados. Por meio dele, o motorista pode realizar checklists digitais do veículo atendido, capturar e anexar fotografias diretamente ao chamado correspondente, coletar assinaturas eletrônicas e registrar os horários de início e fim do serviço de forma automatizada e precisa (Hadinata; Muhsina; Sugiantoro, 2015). Essa abordagem digital não apenas resolve o problema da dispersão e inconsistência dos dados, mas também enriquece o registro do serviço com evidências robustas.

2.3 Gestão de Frotas e Logística de Serviços

A Gestão de Frotas é um componente estratégico da logística, focada no planejamento, operação e controle da movimentação de veículos para garantir a eficiência do nível de serviço ao menor custo possível. Segundo Novaes (2014), a logística moderna exige a integração síncrona entre o fluxo físico (o deslocamento do veículo) e o fluxo de informações, sendo a frota o recurso crítico que concretiza o atendimento ao cliente. No contexto de serviços de guincho, a gestão eficiente da frota é o que determina a capacidade da empresa de responder a incidentes com agilidade.

A aplicação de tecnologia na logística de serviços é fundamental para reduzir a incerteza operacional e otimizar recursos. Ballou (2006) destaca que a informação precisa e em tempo real é um substituto para ativos físicos e tempo ocioso, permitindo decisões gerenciais mais assertivas. Um sistema de informação logística bem estruturado deve fornecer dados sobre localização, status e desempenho, permitindo que o gestor coordene as atividades de transporte de forma proativa, e não apenas reativa.

Portanto, a implementação do sistema VYN alinha-se aos princípios de gestão logística ao utilizar a tecnologia para capturar e processar informações em tempo real. Isso permite transformar dados brutos (como a localização do motorista e o horário do chamado) em inteligência operacional, garantindo a disponibilidade da frota e a qualidade do serviço prestado ao cliente final (Novaes, 2014).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A busca por trabalhos acadêmicos e técnicos revelou diversas abordagens para a digitalização e otimização de serviços de assistência veicular. A pesquisa foi realizada em bases como *Google Scholar*, MDPI e *Scitepress*, utilizando palavras-chave como “*towing management system*”, “*vehicle rescue*” e “aplicativos móveis para guincho”. Foram selecionados trabalhos publicados entre 2015 e 2025 com relevância direta ao problema, resultando em cinco artigos para análise aprofundada.

Ahmed e Ahmed (2021) propõem um sistema em tempo real que automatiza o registro veicular usando reconhecimento automático de placas (ANPR). O objetivo é aumentar a confiabilidade dos registros, substituindo processos manuais propensos a falhas. A metodologia utilizou aprendizado de máquina para identificar placas a partir de imagens de um aplicativo móvel, enviando os dados a um sistema central.

Os resultados indicaram uma redução significativa de erros humanos e maior rapidez no processo. A contribuição do trabalho é demonstrar a viabilidade da automação inteligente para garantir eficiência e rastreabilidade. Para o projeto VYN, este estudo é um referencial sobre como a automação pode resolver falhas de processos manuais.

Setiawan, Arta e Sutisna (2019) desenvolveram um sistema de solicitação de guincho via Android para resolver a ineficiência da comunicação baseada em ligações telefônicas. Na metodologia, o cliente usa o aplicativo para enviar sua localização e detalhes do incidente. O sistema central da empresa recebe os dados em tempo real para o despacho imediato, o que reduziu o tempo de resposta nos testes.

O estudo reforça a importância da integração com geolocalização e da comunicação digital direta, aumentando a confiança do usuário. Esta abordagem é altamente aplicável ao VYN, pois aborda diretamente a

substituição de processos manuais por uma solução móvel que centraliza o fluxo de atendimentos.

Hadinata, Muhsina e Sugiantoro (2015) projetaram um sistema integrado com aplicativo Android para clientes e uma plataforma web para gestão da empresa, visando solucionar a fragmentação das informações. A metodologia utilizou Sistemas de Informação Geográfica (GIS) para rastrear clientes e uma arquitetura cliente-servidor para conectar os pedidos a uma base de dados central, permitindo o acompanhamento em tempo real.

Os resultados apontaram ganhos em eficiência e transparência, eliminando a dispersão de dados. O estudo é relevante para o VYN ao demonstrar como uma arquitetura híbrida (web e mobile) centraliza informações diversas (fotos, horários, localização), resolvendo o problema de registros dispersos.

Hameed (2016) desenvolveu uma ferramenta online para automatizar o design de guindastes industriais. Embora o foco seja o equipamento e não a gestão do serviço, a metodologia é pertinente. O autor usou um sistema web com inteligência computacional (algoritmos genéticos e redes neurais) para otimizar parâmetros estruturais e operacionais de forma automática.

Os resultados mostraram uma redução drástica no tempo de desenvolvimento de projetos. A relevância para o VYN está em demonstrar como a automação inteligente e interfaces web intuitivas podem otimizar processos complexos, conceitos aplicáveis à gestão de operações de guincho.

Finalmente, Wang (2020) desenvolveu um sistema de guincho automatizado e controlado remotamente para aumentar a precisão e a segurança, eliminando a necessidade de operadores em situações de risco. A metodologia incluiu o design de um sistema de controle remoto com visão computacional e algoritmos de controle autônomo.

Os resultados indicaram que o sistema executou operações com precisão superior aos métodos manuais, reduzindo o tempo e eliminando a exposição a riscos. Para o VYN, este trabalho evidencia possibilidades de automação avançada, onde conceitos de monitoramento em tempo real podem ser adaptados para a gestão da frota.

3.1 Síntese Crítica e Posicionamento do VYN

Embora a literatura forneça a base para a adoção de aplicativos móveis e arquiteturas híbridas, identifica-se uma lacuna clara no que tange à integração da validação operacional com a gestão financeira e de riscos. A maioria dos trabalhos foca primariamente na interface externa (cliente) ou no despacho logístico, negligenciando as necessidades administrativas e de *compliance* da empresa.

O sistema VYN ataca diretamente esta lacuna, diferenciando-se ao:

- Centralizar Evidências para Compliance: O VYN não apenas armazena fotos, mas as integra como parte obrigatória e estruturada do fluxo de trabalho, garantindo a defesa contra contestações e a conformidade (*compliance*) em sinistros.
- Vincular Evidência ao Fluxo Financeiro: O principal diferencial reside em atrelar a fidedignidade dos dados de atendimento (registros de horário e evidências fotográficas) diretamente à lógica de cálculo de comissões e faturamento. A consistência dos dados, um problema central na gestão manual, é resolvida para mitigar riscos financeiros (Ahmed; Ahmed, 2021).

Dessa forma, o sistema VYN se posiciona como uma solução de Governança Operacional que garante a integridade da informação desde o momento da coleta em campo até a conciliação financeira na base, ultrapassando o escopo encontrado nos trabalhos relacionados.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seção de Procedimentos Metodológicos descreve os métodos e etapas seguidas para a condução desta pesquisa e o desenvolvimento do produto de software. O objetivo é garantir a transparência e permitir que outros pesquisadores compreendam como a solução foi concebida, desenvolvida e validada para resolver o problema proposto.

4.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa é classificada, quanto à sua natureza, como uma pesquisa aplicada. Seu foco é a geração de conhecimento para aplicação imediata, visando resolver o problema prático da gestão manual de uma empresa de guincho através de uma solução tecnológica.

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória, pois investiga a viabilidade e a melhor abordagem para o desenvolvimento de um sistema web para um problema com pouca documentação de soluções prévias no contexto específico da empresa. É, também, descritiva, pois descreve detalhadamente o processo de implementação e os resultados observados durante os testes do Prova de Conceito (POC).

A abordagem adotada é mista, pois combina a coleta de dados qualitativos (subjetivos), como o feedback dos gestores e motoristas sobre a usabilidade do POC, com dados quantitativos (objetivos), como a análise da consistência dos horários registrados pela plataforma em comparação com os registros manuais.

Finalmente, quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho se enquadra como um Estudo de Caso, pois analisa profundamente o desenvolvimento de um software específico para os requisitos únicos de uma organização.

Adicionalmente, utiliza elementos da Pesquisa-Ação, onde a equipe de desenvolvimento atua em colaboração estreita com os usuários (*stakeholders*) para ajustar o software com base no feedback contínuo durante a fase de testes do POC.

4.2 Estratégia de Desenvolvimento do Produto

Para o desenvolvimento do sistema “VYN”, optou-se por uma metodologia de desenvolvimento baseada na Prototipação, combinada com um modelo iterativo. Esta escolha foi justificada pela necessidade de validar rapidamente as funcionalidades centrais junto aos usuários (gestores e motoristas) e coletar feedback contínuo em um cenário real de operação.

A estratégia se materializa no desenvolvimento de uma Prova de Conceito (POC), que já se encontra em teste na empresa. Esta abordagem permite que os *stakeholders* interajam com uma versão funcional do sistema, validando o fluxo de trabalho e identificando necessidades de ajuste antes do desenvolvimento completo do produto.

4.3 Processo de Coleta e Análise de Requisitos

A elicitação de requisitos foi uma etapa crucial para compreender os gargalos do processo manual. Foram utilizadas as seguintes técnicas:

- Entrevistas com *stakeholders*: Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os gestores e motoristas da empresa para diagnosticar os problemas centrais (registros em papel, fotos dispersas em aplicativos de mensagens, inconsistência de horários).
- Observação e Pesquisa Documental: Foi feita uma análise dos formulários de papel e planilhas utilizados atualmente (documentos administrativos) para mapear o fluxo de informação existente.
- Histórias de Usuário: Os requisitos funcionais e não funcionais coletados foram traduzidos em histórias de usuário para definir o escopo do POC, facilitando a priorização do desenvolvimento.

4.4 Concepção, Ferramentas e Tecnologias

A concepção e o planejamento da solução focaram na criação de um sistema web centralizado, projetado para ser acessível tanto de computadores (para a gestão) quanto de dispositivos móveis (para os motoristas em campo).

Arquitetura de Software: Foi definida uma arquitetura de software em camadas, baseada no padrão *Model-View-Controller* (MVC), para separar a lógica de negócios da interface do usuário e do acesso aos dados.

Bases Tecnológicas: O *backend* (servidor) é desenvolvido em Node.js utilizando o *framework Express*, sendo responsável por processar as regras

de negócio e servir uma API RESTful. O *frontend* (interface) é desenvolvido com a biblioteca React.js (utilizando JavaScript, HTML e CSS), garantindo responsividade para uso em dispositivos móveis.

Modelagem de Dados: Foi realizada a modelagem de um banco de dados relacional (SQL) para armazenar de forma estruturada as informações de chamados, clientes, veículos, motoristas e as fotos (evidências) vinculadas a cada serviço.

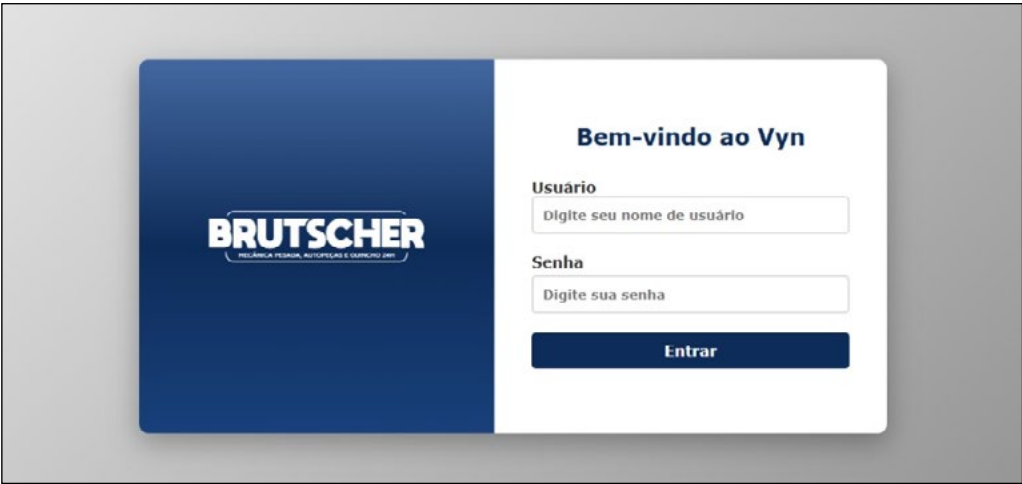
Controle de Versão: O código-fonte do projeto é gerenciado utilizando o sistema de controle de versão Git.

4.5 Validação e Testes

A validação do software está sendo conduzida por meio da aplicação do Prova de Conceito (POC) em ambiente real de operação na empresa. Esta etapa corresponde à homologação do protótipo com os usuários finais.

Para ilustrar as funcionalidades centrais que estão sendo validadas, as Figuras 1 a 4 apresentam as interfaces principais do protótipo do sistema VYN.

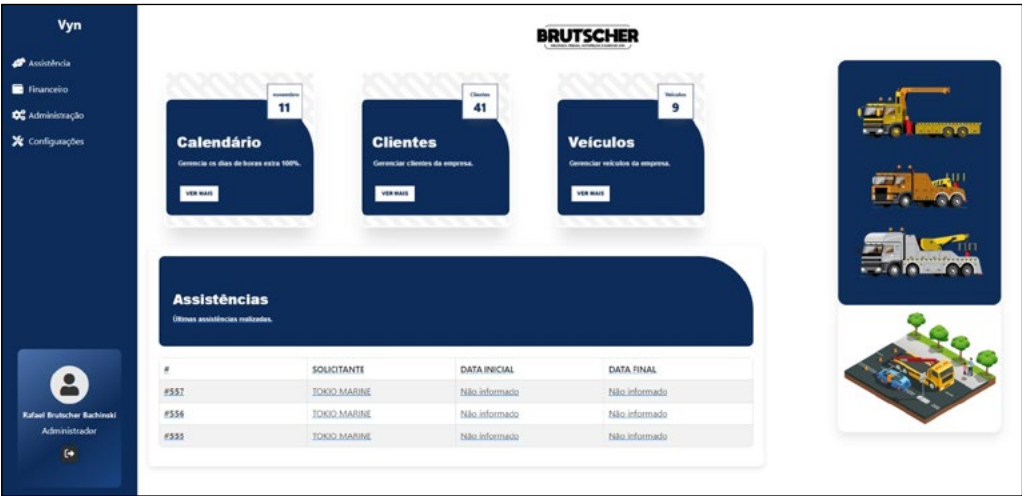
Figura 1 – Tela de login do sistema VYN



Fonte: Dos autores (2025).

A primeira etapa de validação foca na segurança e no controle de acesso, garantindo que apenas usuários cadastrados (gestores e motoristas) possam interagir com a plataforma, protegendo os dados operacionais sensíveis.

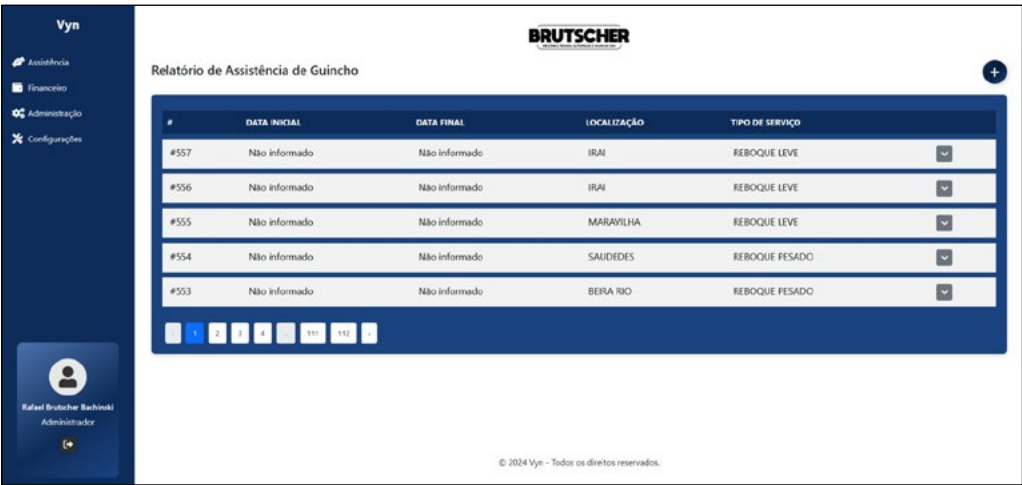
Figura 2 – *Dashboard* de gerenciamento de chamados (visão da base operacional).



Fonte: Dos autores (2025).

O *Dashboard* é a interface principal de gestão, onde a base operacional monitora o status dos chamados em tempo real. Esta tela substitui a comunicação fragmentada e as planilhas, fornecendo a visão completa da frota e dos serviços em andamento.

Figura 3 – Relatório de assistências prestadas.



Fonte: Dos autores (2025).

A tela de Relatório cumpre o requisito de análise gerencial, transformando os dados operacionais coletados em campo em informações estruturadas. Essa funcionalidade é essencial para o controle financeiro futuro, como o cálculo de comissões, e para a gestão da frota.

Figura 4 – Detalhes da assistência (incluindo evidências e horários).

Vyn

- Assistência
- Financeiro
- Administração
- Configurações

Detalhes da Assistência

Operador 1: SERGIO CANIAN
Operador 2: Não informado
Necessário cobrar: Não

Cliente: Não informado
Telefone principal cliente: Não informado
Telefone secundário cliente: Não informado

Veículo: Não informado - Não informado
Km Inicial do Veículo: Não informado
Km Final do Veículo: Não informado

Preço hora trabalhada: R\$ Não informado
Preço hora parada: R\$420,00
Preço de Saída: R\$ Não informado
Preço por Km: R\$2,60
Preço Total: R\$420,00

Motivo do chamado: Para
Localização: IRAI
Descrição: SC

Veículos Resgatados:
CAPTIVA

#556 Não informado Não informado IRAI REBOQUE LEVE

Fonte: Dos autores (2025).

A estratégia de testes neste momento foca em:

- **Testes Funcionais:** Para garantir que o sistema registra corretamente os chamados, armazena as fotos no local centralizado e registra os horários de forma consistente, atendendo aos requisitos levantados.
- **Testes de Usabilidade:** Para validar a experiência do usuário, coletando feedback direto sobre a facilidade de uso. A validação foca tanto na interface de gestão (Figuras 2 e 3) quanto na interface de campo (utilizada para preencher os dados vistos na Figura 4).

O feedback e os dados coletados nesta fase de testes do POC são fundamentais para a análise de resultados e para guiar as próximas iterações de desenvolvimento do produto.

5 RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

A seção de Resultados e Discussão deste trabalho é apresentada em um contexto de desenvolvimento em andamento, onde o produto de software ainda não está completamente finalizado. O foco, portanto, é descrever os resultados parciais obtidos através da Prova de Conceito (POC) e discutir como eles validam a solução proposta, além de detalhar os próximos passos e desafios.

5.1 Resultados Obtidos até o Momento

Conforme detalhado nos Procedimentos Metodológicos (Seção 4), o principal resultado parcial deste projeto é a Prova de Conceito (POC) funcional do sistema VYN. Os protótipos funcionais, já em fase de testes na empresa parceira e ilustrados nas Figuras 1 a 4, validaram as seguintes hipóteses centrais do projeto:

Para quantificar o impacto do sistema VYN na operação da empresa, foram definidos indicadores-chave de desempenho e metas ambiciosas, diretamente relacionados às questões de pesquisa identificadas na Introdução. Estes indicadores servirão como métricas de sucesso na fase de testes de aceitação:

Quadro 1 - KPIs

Indicador	Hipótese Relacionada	Meta Esperada
Redução do Tempo Médio de Serviço	A otimização do despacho e comunicação digital aumenta a agilidade.	Redução de 25% no tempo total de ciclo do serviço (do acionamento ao faturamento).
Taxa de Discrepância de Horário	A automatização da captura de dados elimina erros de fidedignidade manuais.	Diminuição de 100% nas divergências de horário de atendimento, impactando o cálculo de comissões.
Cobertura de Evidência Fotográfica	A centralização do registro de fotos garante a integridade do processo e mitiga riscos.	Taxa de 100% de serviços com evidências fotográficas anexadas e válidas no sistema.
Relatórios Gerenciais Disponíveis	O sistema fornece suporte à decisão inexistente no processo manual.	Aumento do número de relatórios gerenciais estruturados.

Fonte: Dos autores (2025).

Os protótipos funcionais, já em testes, validaram as hipóteses centrais do projeto: Viabilidade da Centralização de Chamados (Figura 2); Padronização do Registro de Evidências (Figura 4); Consistência dos Dados (Figura 4); e Capacidade de Análise Gerencial (Figura 3).

5.2 Discussão dos Resultados Parciais

A discussão destes resultados parciais, obtida através do feedback inicial (qualitativo) dos usuários que utilizam o POC, corrobora as hipóteses iniciais do trabalho e torna visível a validação das questões de pesquisa.

- **Confirmação da Hipótese de Centralização:** A implementação do dashboard (Figura 2) e da interface móvel confirma fortemente a hipótese de centralização, eliminando a dispersão de dados e

tornando a meta de 100% de Cobertura de Evidência alcançável, algo impossível no processo manual.

- **Confirmação Parcial da Hipótese de Confiabilidade:** A ausência de discrepâncias de horário nos serviços testados no POC parcialmente confirma a hipótese de confiabilidade, demonstrando que a automação tem o potencial de atingir a meta de 100% de Taxa de Discrepância zero, um ganho direto para a mitigação de riscos financeiros.
- **Validação da Hipótese de Análise Gerencial:** A capacidade de gerar relatórios valida a hipótese de Suporte Gerencial, fornecendo análises estruturadas que eram anteriormente inexistentes.

Em comparação com os estudos análogos, os resultados parciais do VYN alinham-se com as conclusões de Setiawan, Arta e Sutisna (2019) e Hadinata, Muhsina e Sugiantoro (2015), que também identificaram ganhos de eficiência ao substituir a comunicação por telefone e registros fragmentados. O VYN foca na validação da integridade do fluxo de trabalho completo do chamado ao relatório como solução para os gargalos de gestão.

5.3 Desafios e Soluções Propostas

Durante o desenvolvimento do POC, duas dificuldades principais foram enfrentadas:

- **Desafio Técnico (Integração):** Garantir o upload confiável das imagens do *frontend* móvel (React.js) para o *backend* (Node.js) em condições de rede instáveis (comuns em operações de beira de estrada). A solução envolveu a implementação de um mecanismo de fila e retentativa no aplicativo.
- **Desafio de Adoção (Usabilidade):** A maior dificuldade foi a mudança cultural dos motoristas, acostumados com a simplicidade de apenas enviar uma foto por aplicativo de mensagem. O processo de Pesquisa-Ação (Seção 4.1) foi crucial para resolver isso, coletando feedback direto e simplificando a interface móvel em iterações curtas para reduzir o atrito no registro dos dados.

5.4 Próximos Passos e Planejamento de Testes

Embora o POC tenha validado os conceitos centrais, o projeto ainda requer etapas importantes para sua finalização. O planejamento dos próximos passos envolve a conclusão do desenvolvimento de módulos acessórios (como o financeiro, para cálculo de comissões) e, principalmente, a execução de um plano de testes de software abrangente.

Este plano de testes incluirá:

- **Testes de Integração:** Para validar a comunicação da API RESTful entre o *backend* (Node.js/Express) e o *frontend* (React.js). A análise será focada na latência da transferência de dados em tempo real (taxa de erro e tempo de resposta da API) em comparação com a comunicação manual e a dispersão de dados anterior.
- **Testes de Desempenho:** Para garantir que o sistema mantenha a eficiência sob carga, simulando múltiplos motoristas realizando uploads de imagens simultaneamente. A análise quantitativa medirá a capacidade do sistema em suportar o volume de requisições de pico, comparando o tempo de processamento de um chamado no sistema com o tempo gasto no processo manual (meta de redução de 25% no tempo total de serviço).
- **Testes de Segurança:** Para identificar e corrigir vulnerabilidades, especialmente na autenticação (Figura 1) e na proteção dos dados dos clientes (LGPD). A análise será comparativa: a segurança do ambiente digital será confrontada com a vulnerabilidade zero de segurança e privacidade do ambiente de papel e aplicativos de mensagens.
- **Testes de Compatibilidade:** Para assegurar que a interface móvel opere corretamente em diferentes dispositivos e navegadores. A análise verificará a consistência visual e funcional da interface para o motorista, garantindo que o fator de usabilidade não crie barreiras para a adoção da nova ferramenta.

A conclusão bem-sucedida desses testes permitirá a transição do POC para um sistema robusto e implantável. O sucesso será medido pela confirmação das metas e indicadores de desempenho estabelecidos na seção 5.1. A mitigação de riscos (Taxa de Discrepância de Horário de 100%) e a validação do módulo financeiro demonstrarão o ganho tangível do VYN em relação ao cenário manual, garantindo um produto que não só funciona, mas que gera valor operacional e financeiro imediato para a empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver e analisar a implementação do sistema web VYN para solucionar os gargalos operacionais e a falta de confiabilidade de dados em uma empresa de guincho que operava majoritariamente com processos manuais. O problema central estava na desorganização de registros, na dispersão de evidências fotográficas em aplicativos de mensagens e nas inconsistências de horários que afetavam o faturamento e a gestão de riscos.

A metodologia baseada no desenvolvimento de uma Prova de Conceito (POC), com arquitetura híbrida (web e mobile) e uso das tecnologias React.js e Node.js, permitiu a validação rápida das hipóteses centrais do projeto. Os resultados parciais obtidos no ambiente de testes confirmaram a viabilidade da

solução tecnológica: a POC demonstrou sucesso na centralização dos chamados (Figura 2), na padronização da coleta de evidências (Figura 4) e na capacidade de gerar análises gerenciais (Figura 3). Essa validação é um passo fundamental para alcançar as metas quantificáveis de redução de 25% no tempo de serviço e 100% de consistência de dados, estabelecidas como indicadores-chave de desempenho.

A revisão da literatura identificou uma lacuna importante na área, onde a maioria dos trabalhos foca na logística ou na interface com o cliente, mas negligencia a integração entre o registro operacional e o fluxo financeiro da empresa. O sistema VYN se posiciona para preencher essa lacuna ao atrelar o registro das evidências fotográficas e dos horários de atendimento diretamente à lógica de cálculo de comissões e mitigação de riscos, transformando-o em uma ferramenta de governança operacional.

Como próximos passos, a pesquisa se concentrará na finalização do módulo financeiro e na execução do plano de testes de software detalhado na Seção 5.4, incluindo os testes de desempenho e segurança. A conclusão bem-sucedida desses testes permitirá a implantação completa do VYN, validando o trabalho em sua totalidade. Conclui-se que a substituição de processos manuais por este sistema integrado não apenas otimiza o fluxo de trabalho, mas estabelece um novo padrão de eficiência operacional e segurança da informação, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisão gerencial na empresa parceira.

REFERÊNCIAS

- AHMED, M.; AHMED, N. **A Real-Time Car Towing Management System Using ML-Powered Automatic Number Plate Recognition**. Algorithms, v. 14, n. 11, p. 317, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/a14110317>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4893/14/11/317> Acesso em: 20 out. 2025
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HADINATA, S.; MUHSINA, E. A.; SUGIANTORO, B. **Towing Car Booking System Using Android and Web Based Application**. Informatics for Development Journal, Indonésia, v. 4, n. 2, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/91737811/Towing_Car_Booking_System_Using_Android_and_Web_Based_Application. Acesso em: 20 out. 2025.
- HAMEED, I. A. **Intelligent computer-automated crane design using an online crane prototyping tool**. Academia.edu, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/23707810/Intelligent_computer_automated_crane_design_using_an_online_crane_prototyping_tool. Acesso em: 20 out. 2025.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2019.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

O'BRIEN, J. A.; MARAKAS, G. M. **Administração de Sistemas de Informação**. 15. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2012.

SETIAWAN, H.; ARTA, I. M.; SUTISNA, I. **Towing Service Ordering System based on Android**. In: International Conference on Science, Engineering and Technology (ICOSET), 2019, Indonésia. Proceedings [...]. Lisboa: Scitepress, 2019.

WANG, Y. **Automated Disconnected Towing System**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Purdue University, West Lafayette, 2020. Disponível em: <https://hammer.purdue.edu/ndownloader/files/22527857>. Acesso em: 20 out. 2025.