



**Implementação do ERP em uma empresa prestadora de serviços de
Manutenção de Equipamentos Contra Incêndio: análise da Eficiência
Operacional e Sustentabilidade Ambiental**

Alexandre Sammarone Lima

Universidade Federal do ABC (UFABC)

e-mail: alexandre.sammarone@aluno.ufabc.edu.br

Felipe Piagentini Namesnik

Universidade Federal do ABC (UFABC)

e-mail: felipe.piagentini@aluno.ufabc.edu.br

Márcia Maria Penteado Marchesini

Universidade Federal do ABC (UFABC)

e-mail: mmarchesini@yahoo.com.br

* RECEBIDO em 18/12/2025. ACEITO em 04/03/2026.

Resumo

Este artigo buscou analisar os efeitos na eficiência operacional e na sustentabilidade ambiental advindos da implementação do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), que é uma plataforma integrada que estrutura e suporta o Planejamento e Controle da Produção (PCP), em uma empresa prestadora de serviços de Manutenção de Equipamentos Contra Incêndio (extintores de incêndio e mangueiras). Quanto à metodologia, este artigo utilizou a abordagem qualitativa e o método do Estudo de Caso Único, realizado combinando dados primários (aplicação de questionários baseados na metodologia SERVQUAL, com clientes, colaboradores e donos da empresa) e dados secundários (análise documental para cálculos de indicadores de desempenho) e observação. Os resultados da implementação do ERP na empresa são: crescimento do lucro líquido por mês, crescimento na quantidade de serviços de manutenção realizados (número de ordens de serviço e extintores processados por mês), redução de cerca de 50,8% no tempo médio de execução da ordem de serviço, diminuição de até 92,5% na comparação de pico do número de ordens de serviço atrasadas por mês, aumento da eficiência da logística (cumprimento do roteiro/proporção de clientes atendidos na rota em comparação ao total de clientes previstos para o período), redução de até 30% na comparação de pico do consumo de CO₂ por extintor recarregado (devido à rastreabilidade do agente extintor) e redução no consumo de papel por ordem de serviço.

Palavras-chave: ERP (*Enterprise Resource Planning*); Eficiência operacional; Sustentabilidade ambiental; Estudo de caso; Manutenção de equipamentos contra incêndio.

Abstract

This article aimed to analyze the effects on operational efficiency and environmental sustainability resulting from the implementation of the ERP (Enterprise Resource Planning) system, which is an integrated platform that structures and supports Production Planning and Control (PPC) in a company providing Fire Equipment Maintenance services (fire extinguishers and hoses). Regarding methodology, this article used a qualitative approach and the Single Case Study method, conducted by combining primary data (application of questionnaires based on the SERVQUAL methodology with clients, employees, and company owners) and secondary data (document analysis for calculating performance indicators) and observation. The results of implementing ERP in the company are: growth in net profit per month, increase in the number of maintenance services performed (number of work orders and extinguishers processed per month), approximately 50,8% reduction in the average execution time of work orders, up to 92,5% decrease in peak comparison of overdue work orders per month, increased logistics efficiency (route compliance/proportion of customers served on the route compared to the total number of customers planned for the period), up to 30% reduction in peak comparison of CO₂ consumption per recharged extinguisher (due to traceability of the extinguishing agent), and reduction in paper usage per work order.

Keywords: ERP (*Enterprise Resource Planning*); Operational efficiency; Environmental sustainability; Case study; Fire equipment maintenance.

1. Introdução.

Empresas têm implementado sistemas de apoio ao Planejamento e Controle da Produção (PCP), como os ERPs (*Enterprise Resource Planning*), sendo que a integração propiciada por estes pode trazer ganhos operacionais e ambientais por ampliar a previsibilidade e reduzir desperdícios em ambientes com alta variabilidade de demanda (Souza; Lima, 2022; Oliveira; Nascimento; Borges, 2023; Martins; Oliveira, 2023). Esses sistemas ERP, originados do MRP e MRP II, operam com base na previsão de demanda (lógica empurrada), integrando processos, dados e recursos de diferentes áreas da empresa. Essas plataformas integradas viabilizam a centralização das informações, a padronização de processos e o monitoramento em tempo real das operações, promovendo maior confiabilidade na tomada de decisão e redução de desperdícios (Vollmann; Berry; Whybark, 1997; Davenport, 1998). Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) ressaltam que um PCP bem estruturado aumenta a produtividade e a flexibilidade organizacional e, quando baseado a um sistema ERP, esse controle se torna mais automatizado, permitindo maior precisão nas decisões operacionais.

Este artigo se concentra em um setor altamente regulado e crítico: o de manutenção de equipamentos contra incêndio (extintores de incêndio e mangueiras), em que a coordenação do fornecimento de insumos, da alocação de serviços técnicos e do controle de prazos é essencial para reduzir falhas, melhorar o uso dos recursos e atender às exigências normativas, como a NBR 12962 e a NBR 12779 (ABNT, 2016; 2017). A atividade envolve serviços técnicos rigorosos e é regulamentada por um conjunto de normas da ABNT e fiscalizada pelo INMETRO (e seus órgãos delegados, como o IPEM - Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo). A conformidade com a NBR 12962 (manutenção de extintores) e a NBR 12779 (mangueiras) é obrigatória (ABNT, 2016; 2017). Em particular, a rastreabilidade é um tema central, especialmente na gestão de insumos: a ABNT NBR 12779:2017 (item 6) permite a reutilização do agente extintor apenas se a empresa puder rastrear o lote, o fabricante e a validade do insumo presente no cilindro. A capacidade de rastreamento do ERP como um SI (Sistema de Informação), portanto, não apenas garante o *compliance* regulatório, mas também impulsiona o reuso do agente extintor, reduzindo o uso de novos materiais e a geração de resíduos químicos, alinhando eficiência operacional à sustentabilidade ambiental (Costa; Almeida, 2022; Oliveira; Nascimento; Borges, 2023). Em equipamentos contra incêndio, a confiabilidade assume um caráter de prontidão, em que a manutenção preventiva e o controle rigoroso de insumos são os únicos garantidores de que o ativo responderá eficazmente em uma emergência (SMITH, 2017). Conforme resalta Moubray (1997), a falha em sistemas de proteção pode ter consequências catastróficas, o que exige que a integridade física e a performance técnica dos componentes estejam asseguradas e em conformidade com os níveis de risco aceitáveis.

Considerando-se os desafios enfrentados por empresas do setor de manutenção de equipamentos contra incêndio — como a necessidade de confiabilidade dos ativos, conformidade com normas técnicas, rastreabilidade de processos e controle ambiental —, a adoção de um sistema ERP surge como uma estratégia promissora. Em tais empresas, o PCP pode viabilizar o cumprimento de prazos, a alocação eficiente de mão de obra e o controle de estoques. Neste setor, devido ao rigor normativo e à obrigatoriedade de rastreabilidade dos serviços e à importância da confiabilidade dos equipamentos de segurança, torna-se evidente a necessidade de maior centralização de informações, padronização de processos e monitoramento em tempo real.

A empresa selecionada para o estudo de caso é uma empresa de médio porte com atuação consolidada neste setor de manutenção de equipamentos contra incêndio. Antes da implementação do ERP (ocorrida em maio de 2024), a empresa enfrentava alguns desafios: fragmentação das informações, alta dependência de documentos impressos e limitação no controle operacional e de custos. Este cenário de defasagem tecnológica comprometia a produtividade e a capacidade de monitoramento exigida pelas normas regulamentadoras.

Apesar da vasta literatura sobre ERP em ambientes industriais (Silva e Pereira, 2024), a presente pesquisa busca aprofundar os estudos dos efeitos de um sistema ERP na eficiência operacional e sustentabilidade ambiental em empresas prestadoras de serviços técnicos regulados, especialmente no setor de manutenção de equipamentos contra incêndio. A necessidade desse aprofundamento é reforçada pela menor incidência de estudos empíricos que integrem ERP, sustentabilidade e eficiência neste setor de serviços e no contexto de pequenas e médias empresas brasileiras (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

Para preencher essa lacuna, este artigo buscou responder às seguintes questões de pesquisa: ‘quais efeitos da implementação do ERP em uma empresa de serviços de Manutenção de Equipamentos Contra Incêndio, em termos de Eficiência Operacional e Sustentabilidade ambiental?’; ‘como tais efeitos foram percebidos pelos seus principais *stakeholders* (donos da empresa, clientes e fornecedores)?’.

Assim, o objetivo geral deste artigo foi analisar os efeitos na eficiência operacional e na sustentabilidade ambiental advindos da implementação do sistema ERP em uma empresa prestadora de serviços de Manutenção de Equipamentos Contra Incêndio.

Para avaliar os efeitos da implementação do ERP, foram definidos indicadores de desempenho alinhados à literatura (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2013; Bowersox; Closs; Cooper, 2006; Marr, 2012) e às necessidades operacionais da empresa do estudo de caso. A seleção considerou a relevância para o monitoramento de processos internos e a possibilidade de mensuração a partir dos dados gerados pelo sistema. Assim, foram escolhidos: cumprimento de roteiro (representa a eficiência logística na atividade de transporte e distribuição física, fundamental para a satisfação do cliente no setor de serviços técnicos), taxa de conversão de orçamentos (avalia a eficácia comercial em um mercado altamente competitivo), tempo médio de execução de serviço (mensura a produtividade operacional e a agilidade no atendimento), custo direto e indireto por serviço (identifica oportunidades de otimização de recursos) e consumo de insumos críticos (relaciona-se à sustentabilidade ambiental). A escolha desses indicadores permitiu analisar de forma integrada aspectos de eficiência, custos, desempenho comercial e impactos ambientais, compondo uma visão abrangente dos resultados da adoção do ERP.

Quanto à estruturação deste artigo, a próxima seção tratará da revisão bibliográfica; a terceira seção apresentará a metodologia da pesquisa; a quarta seção, os resultados do estudo de caso; e por fim na quinta seção têm-se as considerações finais.

2. Revisão de literatura.

Nesta seção, será realizada a revisão bibliográfica sobre o ERP como sendo um SI (Sistema de Informação) e uma estratégia do PCP, sobre a Gestão da Manutenção como sendo área do PCP, sobre a Manutenção de Equipamentos Contra Incêndio e sobre os Indicadores de Eficiência Operacional e Sustentabilidade ambiental considerados nesta pesquisa.

2.1. ERP como SI e estratégia de PCP.

O *Enterprise Resource Planning* (ERP) consolidou-se como uma das principais estratégias de gestão integrada, sendo uma evolução histórica dos sistemas de Planejamento de Requisitos de Materiais (*Manufacturing Resource Planning* - MRP) e sua expansão para a manufatura (MRP II). O ERP é um sistema de informação que se notabiliza por integrar e unificar, em tempo real, todos os dados e processos de uma organização em uma única plataforma (Davenport, 1998). Essa integração é considerada o maior valor estratégico, pois permite a consolidação de informações críticas de finanças, estoque, produção e vendas em um banco de dados comum, eliminando redundâncias e melhorando a qualidade dos dados. A adoção de tais sistemas é vital para a competitividade em qualquer setor, especialmente para empresas de pequeno e médio porte (PMEs) que buscam escalabilidade e eficiência (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

A principal contribuição do ERP reside no seu papel como ferramenta central para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). O PCP constitui uma das funções centrais da Engenharia de Produção, sendo responsável por coordenar de forma integrada as atividades necessárias para transformar recursos em bens e serviços, garantindo que a demanda seja atendida com eficiência e qualidade (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015). Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), o PCP atua como o elo que conecta os objetivos estratégicos da organização com suas rotinas operacionais, articulando as decisões relacionadas à previsão de demanda, capacidade produtiva, utilização de recursos e acompanhamento da execução. Essa função assegura o equilíbrio entre o que deve ser produzido e o que efetivamente pode ser realizado, respeitando as restrições de tempo, capacidade e materiais disponíveis. O sistema ERP atua como a infraestrutura tecnológica que permite a coordenação das atividades do PCP, transformando o processo de planejamento de um exercício isolado em uma atividade dinâmica e conectada ao desempenho financeiro e operacional da empresa, fornecendo a base de dados centralizada para o controle em tempo real (Davenport, 1998).

As atividades do PCP iniciam-se no planejamento de longo e médio prazo. A previsão de demanda é uma etapa crucial para que a empresa possa antecipar suas necessidades futuras, sendo determinante para a estabilidade de todo o sistema produtivo (Fernandes; Godinho Filho, 2010). A partir da previsão de demanda, o ERP apoia o Planejamento Agregado da Produção, que define o volume de produção global de médio prazo, conciliando os níveis de demanda previstos com os recursos disponíveis. Essa fase é fundamental para traduzir a estratégia organizacional em metas operacionais tangíveis, sendo o sistema de informação o instrumento que materializa a execução e o monitoramento dessas diretrizes (Lima *et al.*, 2022).

Este planejamento agregado é subsequentemente desdobrado no Plano Mestre de Produção (PMP), que detalha o que será produzido, em quais quantidades e em quais períodos. Associado a isso, o Planejamento de Capacidade (*Capacity Requirements Planning* - CRP), cujos módulos são operacionalizados pelo ERP, analisa a disponibilidade de mão de obra, equipamentos e tempo produtivo, permitindo ajustes na estrutura de trabalho. Em ambientes de serviços técnicos, o planejamento de capacidade é mais complexo e crucial, pois depende diretamente da disponibilidade, qualificação dos técnicos e da otimização da logística de campo (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015).

No nível tático, o ERP executa o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP), que determina as quantidades e os momentos adequados para a aquisição ou produção de componentes, peças e matérias-primas. O MRP e o PMP, quando integrados via ERP, formam o núcleo lógico do PCP moderno, garantindo que os materiais cheguem no momento exato de utilização, minimizando custos de estoque e risco de obsolescência (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015).

O ERP também gerencia o controle de estoques, rastreando materiais e prazos de validade para reduzir o risco de rupturas e desperdícios. No nível operacional, o sistema assume o controle direto das atividades por meio do sequenciamento das operações (*scheduling*) e do monitoramento de indicadores em tempo real, o que é fundamental para a rastreabilidade completa dos processos. Essa integração do ERP é particularmente relevante em setores regulados, como o de manutenção de equipamentos contra incêndio, em que o cumprimento de normas exige controle rigoroso de materiais, rastreabilidade e prazos (Lima *et al.*, 2022). O ERP, portanto, transforma decisões de longo prazo em ações coordenadas no curto prazo, garantindo coerência entre planejamento, execução e controle (Davenport, 1998).

O PCP moderno também tem incorporado novas tecnologias e abordagens voltadas à sustentabilidade e à digitalização dos processos produtivos. A integração de sistemas de simulação, inteligência artificial e análise preditiva permite prever gargalos e reprogramar atividades com maior agilidade, reduzindo desperdícios e contribuindo para a eficiência energética e ambiental das operações (Lima *et al.*, 2022). Em um contexto de manutenção técnica, isso significa programar intervenções preventivas, otimizar o uso de insumos e evitar substituições desnecessárias de equipamentos, promovendo tanto a eficiência operacional quanto a sustentabilidade do negócio. Corrêa, Corrêa e Ganesi (2018) destacam que um PCP bem estruturado tem papel fundamental na performance ambiental das empresas, pois é capaz de integrar indicadores de produtividade, custo e impacto ambiental em um mesmo sistema de decisão.

Assim, além de sua importância operacional, o ERP também pode contribuir para a sustentabilidade organizacional. Segundo Dauvergne e Lister (2013), a digitalização dos fluxos promovida por sistemas integrados permite a substituição de processos físicos por digitais, reduzindo drasticamente o consumo de papel e o desperdício de recursos materiais. Nesse sentido, Lima *et al.* (2022) demonstrou em estudos recentes que empresas que adotaram ERPs obtiveram melhorias significativas em desempenho ambiental e eficiência de recursos. A manutenção também desempenha papel relevante na sustentabilidade operacional: a programação eficiente de intervenções evita trocas desnecessárias de peças, reduz o descarte de materiais e contribui para o uso racional de energia e insumos (Fernandes; Oliveira; Leão, 2022).

Portanto, quando corretamente compreendido e aplicado como estratégia de suporte à lógica empurrada do PCP, o ERP deixa de ser um simples sistema de informação e assume o papel de componente central da estratégia de produção. Ele promove integração, controle e flexibilidade, permitindo que empresas de setores críticos e regulados — como o de manutenção de equipamentos contra incêndio — alcancem níveis superiores de eficiência, rastreabilidade e sustentabilidade (Hammouch, 2024).

2.2. Gestão da manutenção como área do PCP.

A manutenção deve ser tratada como função estratégica dentro do Planejamento e Controle da Produção (PCP), pois impacta diretamente a capacidade disponível, o cumprimento de prazos contratuais e a eficiência operacional. Em ambientes regulados, a rastreabilidade e a confiabilidade das intervenções de manutenção são fatores essenciais para a conformidade legal e a segurança dos usuários, exigindo um controle rigoroso que apenas um SI robusto pode prover (Fernandes; Godinho Filho, 2010; Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015).

No contexto dos sistemas ERP, a manutenção é operacionalizada por meio de módulos específicos que permitem o registro, o controle e a execução de ordens de serviço, com integração direta ao planejamento da produção e à gestão de estoques. Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) destacam que, ao integrar os dados de manutenção ao restante da operação, o ERP contribui para decisões mais precisas sobre programação de recursos, previsão de falhas e reposição de peças, evitando paradas inesperadas que comprometem a produtividade e a satisfação do cliente. Essa integração torna-se estratégica em empresas prestadoras de serviços técnicos, uma vez que a disponibilidade dos ativos é um determinante direto da confiabilidade do serviço (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006). Conforme apontam Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014), em ambientes de serviços, a falha em um equipamento de suporte não apenas interrompe a entrega, mas compromete a percepção da qualidade e pode resultar em penalidades contratuais severas devido ao não cumprimento de prazos regulamentares ou operacionais acordados.

A gestão moderna da manutenção envolve a aplicação de três abordagens principais: corretiva, preventiva e preditiva. A manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de uma falha e, embora tenha menor custo imediato de planejamento, pode gerar prejuízos operacionais e riscos à segurança (Campos, 2004). A manutenção preventiva, por sua vez, consiste na execução programada de intervenções com base em tempo ou uso, visando evitar falhas e aumentar a confiabilidade do sistema. Já a manutenção preditiva utiliza dados em tempo real — como vibração, temperatura ou pressão — para estimar o momento ideal de intervenção, sendo mais eficaz em termos de custo-benefício quando aplicada com o suporte de tecnologias como sensores e inteligência artificial (Tsai et al., 2020). Conforme sintetizam Tortorella et al. (2021), a seleção da política de manutenção mais adequada deve ser dinâmica e baseada na criticidade do ativo dentro da cadeia de valor, integrando tecnologias digitais para suportar modelos híbridos de decisão em ambientes de alta exigência técnica.

Tubino (2017) afirma que, para que a manutenção contribua efetivamente com a estratégia de produção, é necessário que suas atividades sejam tratadas como parte do fluxo produtivo, com indicadores específicos de desempenho, como MTBF (tempo médio entre falhas), MTTR (tempo médio para reparo) e disponibilidade operacional. Sistemas ERP bem configurados permitem a coleta automática desses indicadores e sua consolidação em dashboards gerenciais, o que amplia a capacidade de tomada de decisão baseada em dados. Além disso, o uso desses sistemas contribui para a padronização de procedimentos, a rastreabilidade de intervenções e a gestão do ciclo de vida dos ativos, aspectos que são fundamentais em empresas sujeitas a auditorias técnicas e certificações.

A manutenção também desempenha papel relevante na sustentabilidade operacional. A programação eficiente de intervenções evita trocas desnecessárias de peças, reduz o descarte de materiais e contribui para o uso racional de energia e insumos (Fernandes; Oliveira; Leão, 2022). Fernandes (2004) enfatiza que a manutenção planejada impacta positivamente nos resultados financeiros e ambientais da organização, principalmente quando integrada a um sistema de gestão baseado em dados. Em empresas do setor de segurança contra incêndio, essa contribuição é ainda mais significativa, pois está diretamente relacionada à confiabilidade dos equipamentos e à segurança dos usuários finais.

Por fim, é importante destacar que a implementação do módulo de manutenção em sistemas ERP requer parametrizações adequadas, como a definição de centros de custo, tipos de manutenção, equipamentos críticos e periodicidade de inspeções (Ahmad; Mehrjerdi, 2023). Souza (2000) alerta que a ausência de mapeamento preciso dos processos de manutenção pode comprometer a eficácia do sistema como um todo. Assim, a gestão da manutenção, quando bem estruturada e integrada ao ERP, contribui não apenas para a eficiência operacional, mas também para a sustentabilidade e a qualidade dos serviços prestados.

2.3. Manutenção de equipamentos contra incêndio (extintores de incêndio e mangueiras).

O setor de manutenção de equipamentos contra incêndio é caracterizado por um alto rigor normativo e pela criticidade de seus serviços, exigindo conformidade com normas como a NBR 12962 e a NBR 12779 (ABNT, 2016; 2017). A gestão de processos por meio do ERP contribui diretamente para a padronização de procedimentos, a rastreabilidade das intervenções e a gestão do ciclo de vida dos ativos, que são aspectos cruciais em empresas sujeitas a auditorias e certificações. A rastreabilidade provida pelo sistema ERP é essencial, por exemplo, para viabilizar o reaproveitamento do agente extintor em conformidade com a ABNT NBR 12779, o que demonstra a importância do sistema para o *compliance*, a ecoeficiência e a sustentabilidade (Lima *et al.*, 2022).

O serviço de manutenção de equipamentos contra incêndio é singular por sua alta criticidade e pela rigidez das normas técnicas brasileiras, as quais detalham os tipos de intervenção necessários em extintores de incêndio e mangueiras, exigindo processos distintos e bem definidos. Para os extintores, a manutenção é classificada em três níveis, conforme a ABNT NBR 12962: a Manutenção de 1º Nível é a inspeção técnica de rotina, realizada *in loco* (no cliente), que envolve limpeza e verificação básica de selos e lacres; a Manutenção de 2º Nível exige a desmontagem completa do extintor para substituição de agentes extintores (recarga), selos e componentes que apresentem desgastes, sendo esta realizada obrigatoriamente na oficina especializada; e, por fim, a Manutenção de 3º Nível é a revisão total do equipamento, que inclui o teste hidrostático (teste de pressão) do cilindro, procedimento obrigatório a cada cinco anos. Para as mangueiras de incêndio, o rigor normativo exige anualmente a realização de um teste hidrostático, conforme a ABNT NBR 12779, para garantir sua resistência e estanqueidade, sendo que o não cumprimento desses prazos desqualifica o equipamento para uso. A complexidade de gerenciar o sequenciamento, a rastreabilidade e a documentação (laudos) dessas intervenções distintas (Nível 1, Nível 2 e Nível 3 e Teste Hidrostático) torna o Sistema ERP um requisito fundamental, uma vez que ele provê a plataforma de PCP necessária para a transição eficaz da manutenção corretiva (planejada e preditiva), garantindo o *compliance* e a segurança do serviço (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015).

A manutenção de extintores e mangueiras de incêndio é essencial para garantir a eficácia dos sistemas de proteção, sendo regulamentada por normas da ABNT. Para os extintores, a NBR 12962 (ABNT, 2016) exige que a manutenção seja feita exclusivamente por empresas registradas no SBAC (Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade), que é o conjunto de regras, critérios e procedimentos coordenados pelo INMETRO para verificar e atestar se produtos, processos, serviços e profissionais atendem aos requisitos estabelecidos em normas técnicas. No caso específico, o registro no SBAC garante que a empresa possua estrutura, equipamentos e mão de obra qualificada para realizar a manutenção de forma segura e conforme os padrões exigidos, utilizando profissionais capacitados.

De acordo com a NBR 12693 (ABNT, 2021), as 3 principais classes de combate a incêndio são as classes A, B e C. A classe A refere-se a fogos em materiais sólidos combustíveis como madeira, papel, tecido e borracha. A classe B refere-se a incêndios que envolvem líquidos inflamáveis ou gases inflamáveis, como gasolina, óleo e álcool. Já a classe C refere-se a incêndios em equipamentos elétricos energizados, como computadores, motores elétricos e painéis elétricos.

Há 4 principais tipos de extintores, com seus respectivos agentes extintores (substância inserida no cilindro do extintor que tem a função de combater o foco de incêndio) e atuações. O primeiro tipo é o extintor de água pressurizada, que conta com a inserção de água no cilindro para atuar no resfriamento da área afetada e combate incêndios da classe A. O segundo tipo é o extintor de dióxido de carbono, o qual é carregado com o mesmo gás em pureza estabelecida pela Portaria Inmetro nº 58 (INMETRO, 2022) de 99,99%, a qual é certificada pelos fornecedores responsáveis e atua por abafamento em incêndios da classe B e C. O terceiro tipo é o extintor de pó químico BC, que conta com o agente extintor de bicarbonato de sódio em pureza estabelecida pela Portaria Inmetro nº 58 (INMETRO, 2021) superior a 90% e atua no abafamento e resfriamento para interromper a reação de combustão em incêndios da classe B e C. Já o último tipo de extintor é o de pó químico ABC, com agente extintor de sulfato de amônio e também atua no abafamento e resfriamento de incêndios da classe A, B ou C.

Seguindo a mesma norma, a manutenção de primeiro nível, ou de nível 1, é realizada no local da instalação dos equipamentos e, assim, envolve a limpeza dos componentes aparentes, reaperto de componentes roscados não submetidos à pressão e substituição de componentes pressurizados. Para equipamentos com o agente extintor de dióxido de carbono, a inspeção semestral é obrigatória pois a ausência de manômetro resulta na necessidade do serviço de pesagem do equipamento para assegurar que não haja micro vazamentos que ocasionem a despressurização do extintor (ABNT, 2016).

A manutenção de segundo nível, ou de nível 2, é executada exclusivamente em empresas registradas no SBAC por profissionais técnicos e consiste em: limpar os componentes; controlar a rosca de forma visual, sendo possível a condenação do cilindro no caso de crista danificada, falhas de filetes ou francos desgastados; verificar partes internas e externas quanto à existência de danos ou corrosão; substituir componentes por outros originais; regular as válvulas de alívio e/ou reguladoras de pressão; verificar o indicador de pressão; fixar componentes roscados com torque recomendado pelo fabricante; pintar o extintor, quando necessário; verificar existência de vazamentos; colocar o lacre; identificar o executor via colocação de rótulo e, por fim, realizar o exame visual dos componentes de materiais plásticos. Durante a manutenção de nível 2, também é efetuada a recarga dos extintores, inserindo novamente o agente extintor dentro do cilindro e pressurizando o mesmo de acordo com as especificações técnicas do fabricante. A periodicidade obrigatória para a submissão do equipamento à essa manutenção é anual, controlada por um selo que deve ser atualizado e colado no corpo do cilindro, funcionando como comprovante da execução do serviço (ABNT, 2016).

Por fim, a manutenção de terceiro nível, ou de nível 3, também deve ser realizada de forma exclusiva nas empresas registradas no SBAC por profissionais técnicos e, além dos serviços já promovidos pela manutenção de nível 2 e estabelecidos pela NBR 12962, conta também com a realização de um teste hidrostático de forma a assegurar a usabilidade do cilindro. Para os extintores de água e pó químico BC, é utilizado um teste hidrostático de baixa pressão, de acordo com padrões estabelecidos pelo fabricante do cilindro. Já para os extintores de dióxido de carbono, é necessário realizar o teste hidrostático sob alta pressão, respeitando os parâmetros de pressão e duração estabelecidos de acordo com a norma pela qual o fabricante do cilindro indica. Ao término dessa manutenção é carimbado no cilindro o ano de execução do mesmo. Esse procedimento deve ser realizado a cada 5 anos no cilindro, ou quando não houver um carimbo no cilindro indicando a data de realização do último teste hidrostático (ABNT, 2016).

Além disso, há uma particularidade prevista nas normas de execução do serviço de manutenção dos equipamentos de incêndio. É previsto pela ABNT NBR 12779:2017 item 6. Manutenção que a empresa selecionada apenas poderá reutilizar o agente extintor presente no cilindro se houver a rastreabilidade do lote, fabricante e data de validade do insumo. Assim, o cenário da empresa que não conta com processos de digitalização torna o reaproveitamento dessas matérias-primas mais difícil, sendo necessário em muitos casos a inserção de um agente extintor novo devido à não localização dessas informações e, assim, aumentando o consumo de produtos químicos e gases necessários à manutenção e recarga dos extintores.

A manutenção em mangueiras de incêndio é regulamentada pela NBR 12779 do ano de 2017, indicando os cuidados necessários com as mangueiras de combate a incêndios. Essa norma obriga a realização de uma inspeção técnica a cada seis meses, de forma a se certificar visualmente se há desgastes evidentes na mangueira e permitir a conferência de todos os acessórios referentes ao combate a incêndio (adaptador, chave storz e esguicho) que devem estar dentro do hidrante das edificações (ABNT, 2017).

A manutenção deve ser realizada exclusivamente por empresas capacitadas e registradas no SBAC, onde um teste hidrostático é aferido respeitando as diretrizes de tempo e pressão estabelecidas para o tipo de mangueira em questão. Assim, é necessária a identificação individual em cada mangueira em um local visível no corpo da mangueira, próximo à extremidade ou na união, contendo informações como o nome do executante, data do ensaio e validade (ABNT, 2017).

Como resultado dos testes de mangueira, de acordo com a NBR 12779, item 6. Manutenção, as mangueiras podem ser condenadas (caso não cumpram com as especificações determinadas), empataadas (caso possuam vazamento nas extremidades da mangueira que permita o conserto com perda de até 3% de seu comprimento nominal), ou aprovadas. Essa inspeção deve ser feita de forma anual e é obrigatória para que a edificação esteja em conformidade com as diretrizes do Corpo de Bombeiros (ABNT, 2017).

Dessa forma, a conformidade com as normas técnicas da ABNT é fundamental para assegurar a eficácia dos equipamentos de combate a incêndio, devendo sofrer manutenções regulares e, assim, reduzindo os riscos de falhas durante emergências e aumento a segurança dos ocupantes.

2.4. Indicadores de eficiência operacional e sustentabilidade.

Para mensurar a eficiência nesse contexto, a mensuração deve ir além dos indicadores financeiros, considerando fatores como produtividade, qualidade dos processos e uso eficiente de recursos. A seleção dos Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) utilizados nesta pesquisa foi fundamentada na sua relevância prática para a gestão operacional da empresa, refletindo as principais dimensões de desempenho que impactam a competitividade e a capacidade de entrega de serviços no setor (Marr, 2012).

2.4.1. Tempo de execução e confiabilidade de prazos.

O Tempo Médio de Execução (TME) é um indicador de ampla utilização e grande significância no estudo da eficiência operacional. Ele assegura uma análise do tempo médio que determinado serviço necessita para ser concluído. Sua redução está diretamente ligada à melhoria da produtividade e à eliminação de gargalos processuais, sendo um parâmetro fundamental para avaliar a equipe técnica e a eficácia dos novos fluxos de trabalho. Aprofundar-se no TME permite obter a métrica em escala setorializada, o que viabiliza a implementação de melhorias mais assertivas (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

$$(1) \text{ Tempo médio de execução: } TME = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tempo de execução da OS}_i}{n}$$

Além disso, o indicador ‘Confiabilidade de Prazos’ (medido pelo ‘Número de Ordens de Serviço Atrasadas’) é crucial para aumentar a confiabilidade e a satisfação do cliente, quantificando as ordens que não foram concluídas dentro do prazo previsto. Ele fornece uma visão crítica da capacidade de planejamento e execução do serviço, sendo que o monitoramento e a subsequente redução neste indicador são essenciais para avaliar o desempenho da empresa. Um alto número de atrasos indica falhas operacionais e baixa disponibilidade de recursos, afetando a Confiabilidade percebida pelo cliente (Fernandes; Godinho Filho, 2010).

$$(2) N^{\circ} \text{ de OS atrasadas} = \sum \text{Ordens de serviço atrasadas}$$

$$(3) \text{ Média de dias de atraso} = \frac{\sum \text{Dias de atraso das OS}}{N^{\circ} \text{ de OS atrasadas}}$$

2.4.2. Capacidade produtiva e logística.

O indicador ‘Total de Serviços Realizados’ mede o volume total de serviços concluídos, representando a capacidade produtiva geral da empresa. A melhoria da eficiência operacional, proporcionada por um PCP otimizado, deve se traduzir diretamente em um aumento neste KPI, pois o tempo economizado em cada OS permite que mais serviços sejam processados. Este indicador pode ser medido em termos de crescimento percentual em relação a períodos anteriores para demonstrar o impacto da implementação do ERP na capacidade de produção (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015).

$$(4) \text{ Total global de serviços} = \sum \text{Ordens de serviços no período}$$

$$(5) \text{ Crescimento} = \frac{\text{Total de serviços no período} - \text{Total de serviços no período anterior}}{\text{Total de serviços no período anterior}}$$

O indicador de ‘Eficiência Logística’ avalia a eficácia na atividade de transporte e distribuição física dos equipamentos, que é vital para a satisfação do cliente em serviços externos. O uso de sistemas de informação, como o ERP, apoia a roteirização otimizada. O KPI principal avalia a aderência do serviço de entrega ao roteiro planejado, sendo um indicativo direto da redução de custos operacionais com combustível e tempo de deslocamento (Marr, 2012).

$$(6) \% \text{ do roteiro concluído} = \frac{N^{\circ} \text{ de serviços no roteiro concluídos}}{\text{Total de serviços no roteiro}} \times 100$$

2.4.3. Indicadores de sustentabilidade.

A Sustentabilidade Organizacional é tratada sob a ótica da Ecoeficiência, que é a capacidade de gerar valor com o mínimo de impacto ambiental. O ERP apoia essa dimensão pela digitalização dos processos de trabalho e pela otimização de recursos (Günther; Hinrichs, 2021).

Sobre a Emissão de dióxido de carbono (CO₂), há métricas que avaliam a pegada de carbono da operação, sendo o indicador de transporte o mais significativo devido à natureza do serviço. A otimização logística tem um impacto direto na redução da emissão. Além disso, a rastreabilidade do ERP é essencial para monitorar o impacto ambiental dos insumos, como o CO₂ novo consumido na manutenção (Lima *et al.*, 2022).

- *Emissão no transporte (Kg CO₂) = Litros consumidos × Fator de emissão*
- *Emissão por OS = $\frac{\text{Emissão total (Kg CO}_2\text{)}}{\text{N}^\circ \text{ de ordens de serviço}}$*
- *Emissão na manutenção (Kg CO₂) = $\sum \text{Kg de cilindros com CO}_2 \text{ novo}$*

Sobre o Consumo e a Reciclagem de Papel, há indicadores que avaliam a ecoeficiência da digitalização dos processos, um ganho de Sustentabilidade pela substituição de documentos impressos por registros digitais. O monitoramento contínuo é necessário para a gestão de resíduos, sendo um dos benefícios fundamentais dos sistemas ERP na eliminação da fragmentação de dados e processos baseados em papel (Davenport, 1998).

- *Total de papel consumido (kg) = $\sum \text{Folhas utilizadas no período}$*
- *Total de papel reciclado (kg) = $\sum \text{Folhas descartadas para reciclagem}$*
- *Taxa de reciclagem de papel = $\frac{\text{Papel descartado para reciclagem (kg)}}{\text{Papel consumido (Kg)}} \times 100$*

2.4.4. Indicadores financeiros e a gestão de custos.

A análise da eficiência operacional gerada pela implementação de um ERP precisa ser traduzida e validada na performance econômica da organização, o que demanda o uso rigoroso de indicadores financeiros e de gestão de custos. O sistema ERP atua diretamente como suporte para a correta alocação de custos, o que é primordial para a gestão eficaz e para a formação precisa dos preços e da rentabilidade (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

A gestão de custos envolve a clara classificação entre custos diretos e custos indiretos. Os custos diretos são aqueles que podem ser atribuídos a um produto ou serviço de forma imediata, sem a necessidade de rateio, como a matéria-prima e a mão de obra da linha produtiva. Já os custos indiretos não podem ser associados diretamente a uma unidade específica de serviço (como aluguel ou depreciação) e exigem critérios de rateio (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015). O ERP torna-se essencial nesse processo, pois permite, de forma rápida e assertiva, realizar a alocação desses custos e gerenciar os rateios, assegurando uma visualização macro e micro do desempenho financeiro e minimizando erros na apropriação (Mendes; Escrivão Filho, 2002).

A performance econômica de um negócio é avaliada por métricas essenciais, que são suportadas pelos dados centralizados no ERP. O Faturamento Bruto é o indicador primário, representando a soma total das vendas no período e demonstrando a capacidade da empresa de gerar receita bruta. Dele deriva o Faturamento Líquido (após deduções de impostos e descontos) e, subsequentemente, o Lucro Líquido, que reflete a rentabilidade real da empresa. O acompanhamento da Evolução do Faturamento e a análise do Custo da Operação são cruciais, pois o custo total (somatório de diretos e indiretos) é o indicador mais sensível à identificação de gargalos e oportunidades de economia proporcionadas pela otimização de processos do ERP (Montgomery, 2012).

A precisão dessas métricas é dada pelas seguintes equações:

$$(7) \text{ Faturamento Bruto} = \sum \text{Valor de todos os faturamentos no período}$$

$$(8) \text{ Evolução do Faturamento} = \frac{\text{Faturamento do período} - \text{Faturamento período anterior}}{\text{Faturamento período anterior}}$$

$$(9) \text{ Custo da operação (R\$)} = \text{Soma dos custos diretos e indiretos no período.}$$

O Lucro Líquido é o indicador final que reflete a rentabilidade real da empresa, sendo obtido após a dedução de todos os custos e despesas do Faturamento Líquido. A saúde do negócio é validada pela Margem de Lucro, calculada pelo Lucro Total dividido pela Receita Total, em percentual, que mede a eficiência da empresa na geração de lucro em relação à sua receita (Montgomery, 2012). A melhoria em KPIs operacionais, como a redução do TME, deve se traduzir diretamente em maior Margem de Lucro, pois a empresa aumenta a capacidade de processamento de serviços.

2.5. Qualidade em serviços e o modelo SERVQUAL.

A qualidade em serviços é um fator determinante na satisfação e fidelização dos clientes, sendo crucial para a sustentabilidade econômica de empresas, especialmente em setores em que o contato com o consumidor é contínuo e a padronização dos processos depende fortemente de fatores humanos, como é o caso de serviços de manutenção técnica (Tedja *et al.*, 2024). Diferente de produtos tangíveis, os serviços apresentam características como intangibilidade, inseparabilidade, variabilidade e perecibilidade, o que torna a sua mensuração mais complexa (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2015). Para suprir essa lacuna, a qualidade em serviços é classicamente definida pela diferença, ou *gap*, entre o que o cliente espera e o que ele de fato percebe do serviço prestado (Parasuraman; Zeithaml; Berry, 1985).

Com o objetivo de medir essa diferença de forma estruturada, o modelo SERVQUAL (*Service Quality*), desenvolvido por Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985), foi a metodologia escolhida, por conta de ser amplamente adotado e robusto na literatura de serviços (Naylor, 2024). O SERVQUAL parte do princípio de que a qualidade percebida pode ser avaliada a partir da comparação entre as expectativas dos clientes e sua percepção real após a prestação do serviço. A aplicação do SERVQUAL se torna particularmente relevante para avaliar o impacto de grandes mudanças organizacionais, como a implementação de um ERP, pois permite correlacionar melhorias de *back office* com o valor percebido pelo cliente (Zeithaml; Bitner; Gremler, 2013).

O modelo é estruturado em cinco dimensões principais que buscam capturar o *gap* de qualidade. A dimensão Tangibilidade refere-se à aparência física das instalações, equipamentos, vestuário dos técnicos e, no contexto da empresa, à apresentação dos documentos e laudos finais. A Confiabilidade avalia a capacidade da empresa de realizar o serviço prometido de forma precisa e segura, sendo diretamente influenciada pela eficácia do Planejamento e Controle da Produção (PCP) e a gestão de prazos do ERP. A Responsividade mede a disposição e a presteza em ajudar o cliente e prestar o serviço rapidamente, dimensão que se beneficia da agilidade na comunicação e na emissão de orçamentos, facilitadas pela digitalização de processos do ERP (Parasuraman *et al.*, 1985).

As últimas dimensões do SERVQUAL são mais subjetivas e interpessoais (Sunukanto; Kisman, 2025). A Segurança está relacionada ao conhecimento e cortesia dos empregados e sua capacidade de inspirar confiança nos serviços prestados, aspecto vital em um setor de segurança regulado. Por fim, a Empatia manifesta-se na atenção individualizada e no cuidado dispensado aos clientes, demonstrando a compreensão das suas necessidades específicas. A aplicação prática da metodologia envolve a construção de questionários em escala Likert, nos quais os *stakeholders* avaliam suas expectativas e percepções em relação a cada uma das dimensões. A diferença entre percepção e expectativa (P-E) gera um *gap* que indica o nível de satisfação ou insatisfação, fornecendo um diagnóstico abrangente. Dessa forma, o SERVQUAL permite identificar se a eficiência operacional gerada pelo ERP se traduziu em um incremento real na percepção de qualidade, validando o impacto do sistema em toda a cadeia de valor.

3. Metodologia.

Este artigo utilizou a abordagem qualitativa, por meio do estudo de caso único, utilizando dois mecanismos de coleta de dados: análise de documentos (dados secundários utilizados para os cálculos dos indicadores de desempenho) e observação; e questionário (SERVQUAL) aplicado, entre os dias 1 de julho e 15 de agosto de 2025, com 9 clientes da empresa (cada um representando uma administradora de condomínios responsável, em média, por 15 edifícios), 7 colaboradores da empresa e 3 sócios-proprietários da empresa (dados primários), visando combinar a profundidade da análise de percepções com o rigor estatístico dos indicadores de desempenho. Em relação aos objetivos, a pesquisa possui caráter descritivo-exploratório, buscando, de forma simultânea, descrever as características de um grupo específico de variáveis operacionais e ampliar o conhecimento sobre o fenômeno da implementação do ERP em serviços (YIN, 2001; GIL, 2019).

A pesquisa foi realizada em uma empresa especializada na manutenção de equipamentos contra incêndio com atuação consolidada no estado de São Paulo. Este cenário é relevante por se tratar de um setor altamente regulado, submetido a rigorosas normas técnicas, como a NBR 12779 e NBR 12962, que exigem rastreabilidade, registros técnicos e padronização dos procedimentos. O foco no período de análise quantitativa abrangeu o desempenho operacional e financeiro antes e depois da estabilização total do sistema ERP, ocorrida em maio de 2024, permitindo a comparação de resultados em um estudo longitudinal.

A empresa objeto deste estudo é uma organização de médio porte, fundada em 1985, com atuação consolidada no segmento de manutenção de equipamentos de combate a incêndio, especialmente extintores e mangueiras. Ao longo de quase quatro décadas de operação, construiu uma carteira diversificada de clientes, abrangendo condomínios residenciais, edifícios comerciais, indústrias e órgãos públicos, consolidando sua presença no mercado paulista. Com um quadro funcional composto por aproximadamente 40 colaboradores, a empresa mantém equipes especializadas em manutenção, logística, vendas e gestão administrativa. Essa estrutura operacional é fundamental para assegurar a conformidade com as exigências técnicas e regulatórias estabelecidas por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que regulamentam os serviços prestados. O faturamento mensal gira em torno de R\$ 600.000, valor que reflete a soma das receitas provenientes dos serviços de manutenção, venda de equipamentos novos e realização de cursos de brigada de incêndio.

A coleta de dados foi conduzida em duas etapas complementares, conforme a natureza mista da pesquisa, buscando garantir a triangulação das informações. A primeira etapa envolveu a utilização de dados secundários e primários quantitativos por meio da análise de documentos e relatórios do ERP. Essa fase incluiu a extração e o tratamento de dados brutos do sistema de gestão, como ordens de serviço, *lead times*, custo da operação e movimentação de materiais. Os indicadores-chave de eficiência mensurados incluíram o Tempo Médio de Execução (TME), o número de ordens de serviço atrasadas e o consumo de insumos críticos (CO₂ e papel), permitindo uma análise comparativa robusta dos cenários pré e pós-implementação.

A segunda etapa de coleta consistiu na aplicação da metodologia SERVQUAL, um instrumento de coleta de dados primários qualitativos para capturar a percepção dos impactos. O questionário específico, estruturado em escala Likert de 1 a 5 pontos, foi aplicado a três públicos distintos: 9 clientes (administradoras de condomínios), 7 colaboradores e 3 sócios-proprietários. O instrumento buscou mensurar a diferença entre a expectativa e a percepção real dos respondentes nas cinco dimensões clássicas da qualidade do serviço (Tangibilidade, Confiabilidade, Responsividade, Segurança e Empatia), além de incluir questões complementares relacionadas à sustentabilidade (Parasuraman; Zeithaml; Berry, 1985).

Após a coleta, os dados foram tratados por análise comparativa para os indicadores quantitativos, buscando evidências objetivas de mudança após a adoção do ERP. Para os dados qualitativos e as respostas do SERVQUAL, foi utilizada a análise interpretativa.

4. Resultados do estudo de caso.

Os resultados do estudo de caso serão apresentados, sendo que a primeira subseção focará os indicadores de eficiência operacional e sustentabilidade (por meio de cálculos e gráficos elaborados a partir de dados secundários - análise de documentos). A segunda subseção tratará da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa prestadora de serviços de

manutenção de equipamentos contra incêndio, por meio de dados primários provenientes dos questionários aplicados com clientes, colaboradores e sócios da empresa.

4.1. Resultados do estudo de caso: indicadores de eficiência operacional e sustentabilidade ambiental.

Todos os dados foram disponibilizados de forma mensal, iniciando em janeiro de 2024 e finalizando em maio de 2025, sendo que o sistema ERP estava totalmente implantado e em funcionamento em maio de 2024.

Os primeiros indicadores apresentados referem-se à quantidade de serviços desde o início de 2024, por meio dos indicadores ‘número de ordens de serviço por mês’ (figura 1) ‘número total de extintores realizados por mês’ (figura 2).

Na figura 1, observa-se que, após a implementação do sistema ERP, houve um crescimento consistente no número de ordens de serviço processadas mensalmente quando comparado os mesmos períodos no ano anterior. Há uma característica de sazonalidade no setor em estudo devido ao tipo de cliente relacionado. Visto que o principal cliente são condomínios e edifícios residenciais, o período contábil se encerra em dezembro e as assembleias para prestação de contas são realizadas entre janeiro e março. Assim, o período que contempla o 4º trimestre do ano até o 1º trimestre do ano subsequente apresenta uma sazonalidade de produção inferior ao restante do ano mediante corte de gastos observados nos clientes para prestação de contas. A variação observada pode indicar essa sazonalidade, porém os 2 primeiros trimestres de 2025 apresentaram evolução no número de ordens de serviço mensal quando comparado aos 2 primeiros trimestres de 2024, reforçando o crescimento mencionado. O volume mensal variou entre 349 e 517 ordens de serviço no período analisado, com picos no terceiro trimestre de 2024. O crescimento pode ser associado à maior capacidade organizacional oriunda da centralização de dados e automação do controle de processos operacionais fornecidas pelo sistema ERP. A tabela 1 indica que, ao analisar comparativamente número de ordens de serviço por mês no 1º trimestre de 2024 com o 1º trimestre de 2025 e no 2º trimestre de 2024 com o 2º trimestre de 2025, houve um crescimento de 15% e 2%, respectivamente.

De forma complementar, na figura 2, o número total de extintores processados no mês também apresenta variações que podem indicar sazonalidade na operação, ultrapassando as 9.500 unidades de extintores no terceiro trimestre de 2024. Esse indicador também apresenta a mesma tendência de crescimento nos 2 primeiros trimestres de 2025 comparativamente aos 2 primeiros trimestres de 2024, demonstrando que o sistema ERP contribuiu para maior capacidade produtiva e gestão do volume operacional. A tabela 1 indica que, ao analisar comparativamente número total de extintores por mês no 1º trimestre de 2024 com o 1º trimestre de 2025 e no 2º trimestre de 2024 com o 2º trimestre de 2025 houve um crescimento de 7% em ambos períodos analisados.

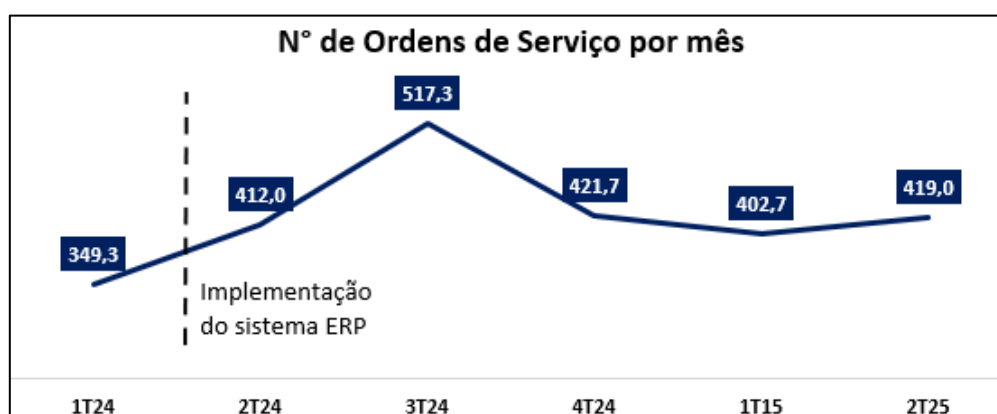


Figura 1 - Evolução do número de ordens de serviço por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

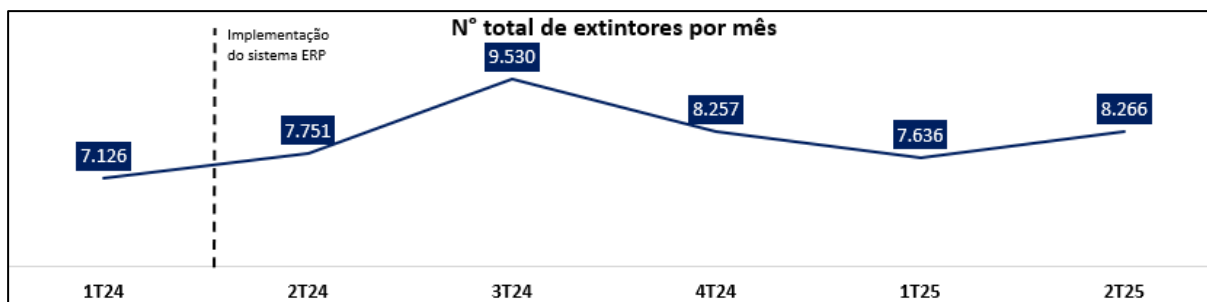


Figura 2 - Evolução do número total de extintores realizados por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 1 – Crescimento percentual nos indicadores de Nº de ordens de serviço por mês e Nº total de extintores por mês entre os 2 primeiros trimestres de 2024 e 2025.

Indicador/período	1T24	1T25	Crescimento (%)	2T 24	2T 25	Crescimento (%)
Nº de Ordens de serviço por mês	349	403	15%	412	419	2%
Nº total de extintores por mês	7.126	7.636	7%	7.751	8.266	7%

Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Sobre os indicadores ‘tempo médio de execução da ordem de serviço por mês’ (figura 3) e ‘cumprimento de prazos/ número de ordens de serviço atrasadas por mês’ (figura 4), os dados utilizados possuem início apenas em maio de 2024 pois não havia controle ou forma de visualização desses indicadores no período anterior a esse mês. Além disso, por se tratar de uma visão trimestral, os valores mensais foram obtidos pela soma desses indicadores no trimestre, dividido pela quantidade de meses com dados no trimestre observado. O tempo médio de execução da ordem de serviço corresponde ao prazo de dias úteis entre a abertura da ordem de serviço e a conclusão dela, indicando que a manutenção está completa e pronta para ser entregue. Na figura 3, nota-se que o tempo médio de execução da Ordem de Serviço apresentou constantes reduções entre os períodos analisados, onde, de acordo com a Tabela 2, a principal variação absoluta e em percentual foi observada logo no início do sistema ERP, indicando rápida adaptabilidade da empresa e, principalmente, a importância de um sistema informatizado de controle de informações. Ao olhar para o cenário global de variação, entre o 2º trimestre de 2024 e o término do 2º trimestre de 2025 houve uma redução de 50,8%. Essa tendência evidencia que o sistema ERP foi determinante para acelerar o fluxo operacional produtivo.

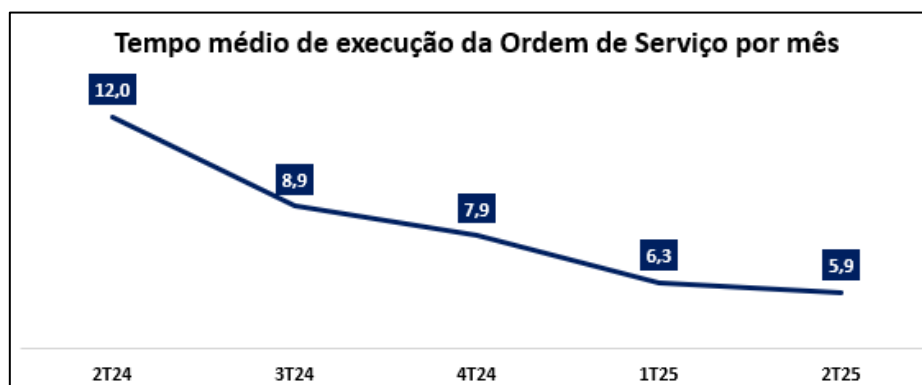


Figura 3 - Evolução do tempo médio de execução (em dias) da ordem de serviço por mês.
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 2 – Variação entre os trimestres no tempo médio de execução da ordem de serviço por mês.

Período	Tempo médio (dias)	Variação Absoluta	Variação %
2T24	12	-	-
3T24	8,9	-3,1	-25,80%
4T24	7,9	-1	-11,20%
1T25	6,3	-1,6	-20,30%
2T25	5,9	-0,4	-6,30%

Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na figura 4, tem-se a evolução do número de ordens de serviço atrasadas por mês, seguindo os mesmos critérios trimestrais que foram realizados na figura 3. Na empresa em estudo, o prazo fornecido ao cliente é de 10 a 15 dias úteis para a execução completa do serviço. Dessa forma, para a criação do indicador, foi estabelecido que toda ordem de serviço que ultrapassar 15 dias úteis da data de criação, seria considerada como atrasada. O número de ordens de serviço atrasadas é outro indicador produtivo que apresenta queda expressiva. No 2º trimestre de 2024, houve 67 ordens de serviço atrasadas por mês de análise. Esse número apresentou constante redução entre os trimestres, alcançando o patamar de 5 ordens de serviço atrasadas por mês no 2º trimestre de 2025, indicando uma redução global de 92,5%. Ao observar a Tabela 3, é possível observar que a maior variação absoluta se deu entre o 3º trimestre de 2024 e o 4º trimestre de 2024, em que a curva de aprendizado no sistema já estava mais consolidada e, dessa forma, foi possível extrair os melhores ganhos na linha de produção. Assim, para os 2 trimestres coletados em 2025, houve uma estabilização no número de ordens de serviço atrasadas por mês, identificando um novo patamar de assertividade no prazo fornecido ao cliente, eliminando gargalos e aumentando a confiabilidade operacional.

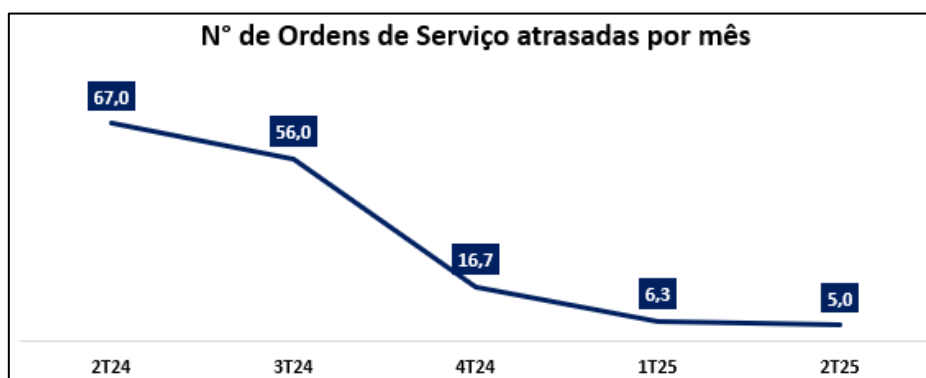


Figura 4 - Evolução do número de ordens de serviço atrasadas por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 3 – Variação entre os trimestres no número de ordens de serviço atrasadas por mês.

Período	Tempo médio	Variação Absoluta	Variação %
2T24	67	-	-
3T24	56	-11	-16%
4T24	16,7	-39,3	-70%
1T25	6,3	-10,4	-62%

Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para avaliar a eficiência da logística (figura 5), foi recortada a atividade de transporte e especificamente a roteirização: por meio do indicador que mede a taxa de aderência ou de cumprimento do roteiro, ou seja, a proporção de clientes atendidos na rota em comparação ao total de clientes previstos para o período. O indicador de eficiência logística demonstrou evolução positiva. Em maio de 2024, o índice era de 72%, avançando progressivamente até 80% em maio de 2025, representando assim um aumento de 11,1% no período citado. A implementação do sistema ERP também permitiu que os motoristas da empresa pudessem acessar o roteiro diário pelo aplicativo de celular, trazendo informações mais assertivas e completas sobre o cadastro do cliente ao qual estão realizando o serviço, reduzindo assim a incidência de serviços não realizados por falta de informações básicas ou formas de contato direto entre motorista e cliente. Este incremento demonstra que a roteirização integrada ao ERP é capaz de fornecer maior acompanhamento nas entregas, assim como evitar potenciais erros de logística ao assegurar ao motorista quais materiais devem ser carregados para o destino.

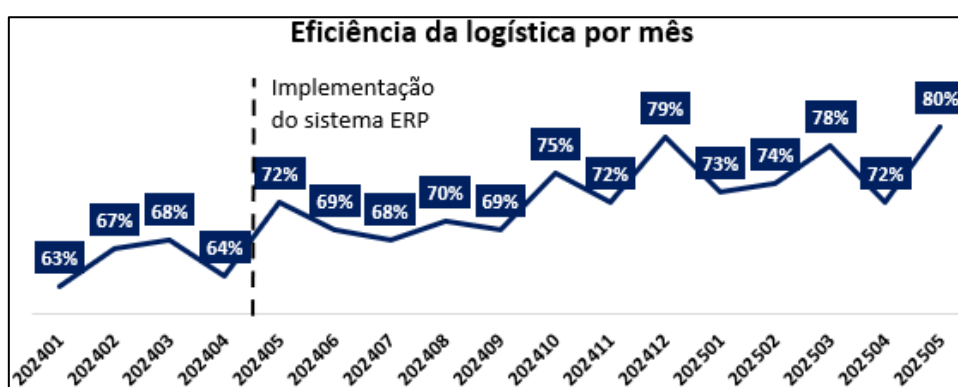


Figura 5 - Evolução da eficiência da logística por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Sobre o desempenho comercial, têm-se os indicadores ‘quantidade de orçamentos criados por mês’ (figura 6) e ‘taxa de conversão dos orçamentos criados por mês’ (figura 7). Na figura 6, observa-se que a quantidade de orçamentos criados mensalmente apresentou um crescimento quando comparado ao mesmo período dos 2 primeiros trimestres de 2024 e 2025. Mesmo sendo um período “de baixa”, os números se mostraram acima quando o ERP já estava funcionando do que quando não estava implementado. Obtendo sua máxima no 3º trimestre de 2024, com 1.376 orçamentos e sua mínima no 1º trimestre de 2024, com 1.019.

Na figura 7, nota-se que a taxa de conversão desses orçamentos variou entre 25% e 37%, apresentando tendência de estabilidade ao longo dos meses, embora a variação percentual reflita fatores sazonais e características comerciais do segmento. A análise das baixas taxas de conversão de orçamentos criados aponta para um conjunto de fatores estruturais e de mercado. O setor de manutenção de equipamentos contra incêndio é altamente competitivo, com margens reduzidas, de modo que diferenças mínimas de preço — muitas vezes de poucos centavos por unidade — podem levar o cliente a optar por fornecedores alternativos. Além disso, o cenário prévio de contato com os clientes foi descrito em conversas com os colaboradores como limitado e de baixa assertividade, contando com fichas cadastrais físicas que, muitas vezes não eram atualizadas e continham telefones antigos e incorretos, limitando a negociação e a rapidez no contato. Após a implementação, a cultura de atualização dos dados cadastrais foi efetuada para que todos os envios de orçamentos, informações sobre logística, faturamento e boletos fossem realizados exclusivamente pelo sistema ERP e sua integração via e-mail e WhatsApp, fornecendo assim uma base de dados mais robusta e assertiva.

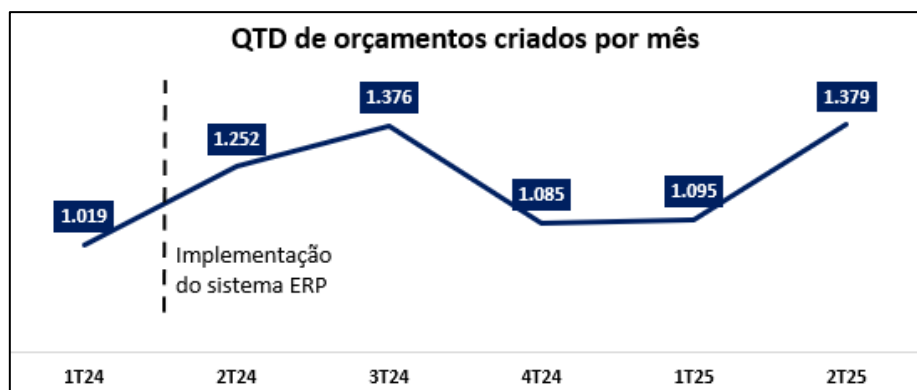


Figura 6 - Evolução da quantidade de orçamentos criados por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

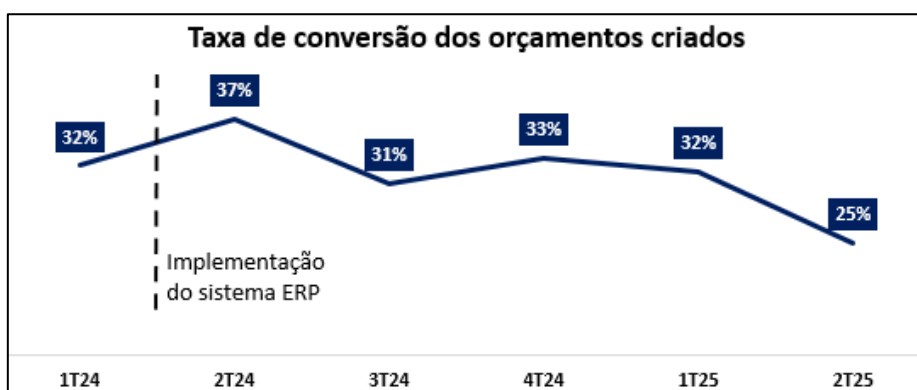


Figura 7 - Evolução da taxa de conversão dos orçamentos criados por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na figura 8, observa-se que o faturamento bruto mensal oscilou entre R\$ 541 mil e R\$ 692 mil, com média geral superior a R\$ 623 mil, demonstrando estabilidade e oscilações de faturamento esperados para os períodos de maior volume de serviço. O destaque fica para o 3º trimestre de 2024 que, teve o maior faturamento no período analisado e para a comparação do faturamento entre os 2 primeiros trimestres 2024 e 2025. Mesmo com as oscilações, todos os faturamentos de 2025 estão maiores do que os do mesmo período analisado em 2024. Esse fato possui algumas justificativas que contribuem para a tendência observada. A primeira delas está relacionada ao número de ordens de serviço abertas e quantidade de extintores retirados para realização do serviço de manutenção. Nesse aspecto, de janeiro a maio de 2024 houve a abertura de 1.820 ordens de serviço, totalizando 36.776 extintores, ao passo que no mesmo período de 2025 houve a abertura de 2.046 ordens de serviço (aumento de 12,4%), totalizando 39.439 extintores (aumento de 7,2%), gerando por consequência um faturamento bruto maior em decorrência do aumento real no volume de serviços. Além disso, a maior eficiência da logística permitiu que os motoristas informassem à equipe comercial de forma rápida as necessidades dos clientes com itens faltantes na edificação, aumentando assim a incidência de produtos novos vendidos após a realização do serviço e, dessa forma, aumentando o faturamento bruto da empresa. Resumindo, na tabela 4 é possível analisar o crescimento percentual entre os dois períodos dos anos de 2024 e 2025. Por fim, o sistema informatizado também permitiu aos vendedores identificar com maior facilidade todos os clientes que realizaram o serviço no ano anterior, assegurando o contato e evitando a perda da recorrência na execução do serviço por falta de envio do orçamento.

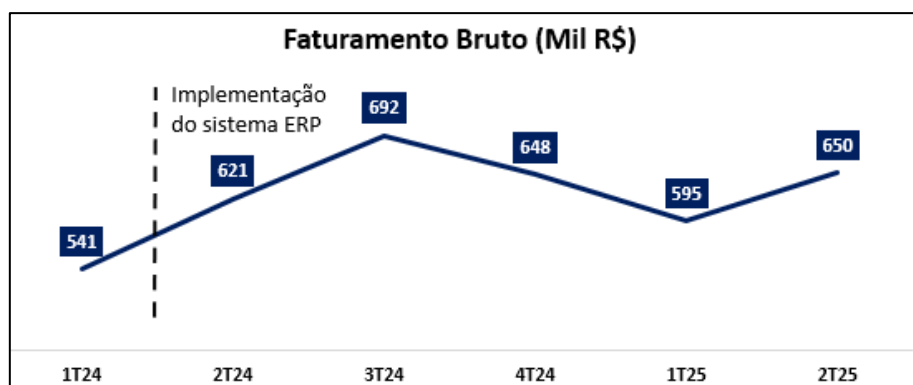


Figura 8 - Evolução do faturamento bruto por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 4 – Crescimento percentual no faturamento bruto por mês entre os 2 primeiros trimestres dos anos de 2024 e 2025.

	1T24	1T25	Crescimento (%)	2T 24	2T 25	Crescimento (%)
Faturamento Bruto (Mil R\$)	541	595	10%	621	650	5%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A figura 9 mostra os custos diretos e indiretos por mês e a figura 10, os custos totais por mês. Em paralelo ao faturamento, os custos diretos e indiretos oscilaram entre R\$ 478 mil e R\$ 586 mil mensais. Ambos tiveram oscilações médias bem próximas, que se justificam pela sazonalidade dos pedidos e outros fatores. O 3º trimestre de 2024 é o mês com mais custos indiretos e custo total. Quanto aos custos diretos, observou-se um leve aumento para posterior redução.

Para o cálculo dos custos diretos e indiretos (figura 9), considerou-se a estrutura operacional específica do setor de manutenção de equipamentos contra incêndio. No grupo dos custos diretos, foram incluídos todos os insumos e recursos aplicados diretamente na execução dos serviços, tais como: agentes extintores utilizados nas recargas, peças e componentes substituídos, mão de obra técnica envolvida no processo produtivo e deslocamentos específicos para atendimento. Já os custos indiretos contemplaram despesas que, embora essenciais à operação, não podem ser associadas diretamente a uma ordem de serviço específica, como aluguel e manutenção das instalações, consumo de energia elétrica e água, salários e encargos do setor administrativo, depreciação de equipamentos, seguros e licenças, além de gastos com sistemas de gestão.

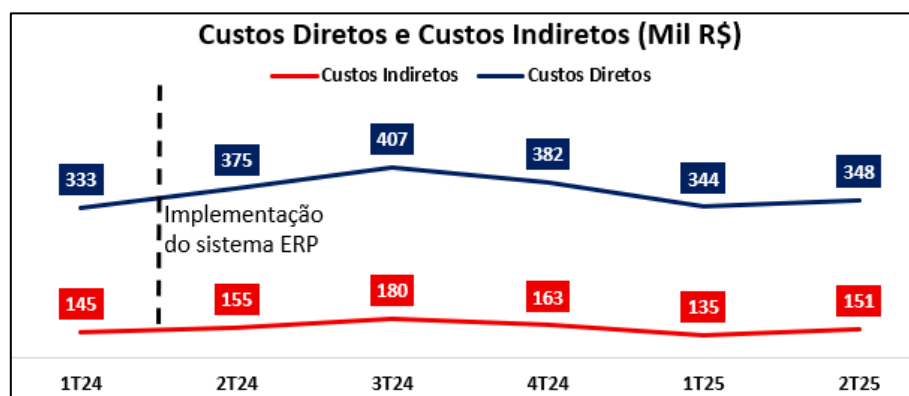


Figura 9 - Evolução dos Custos Diretos e Indiretos por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

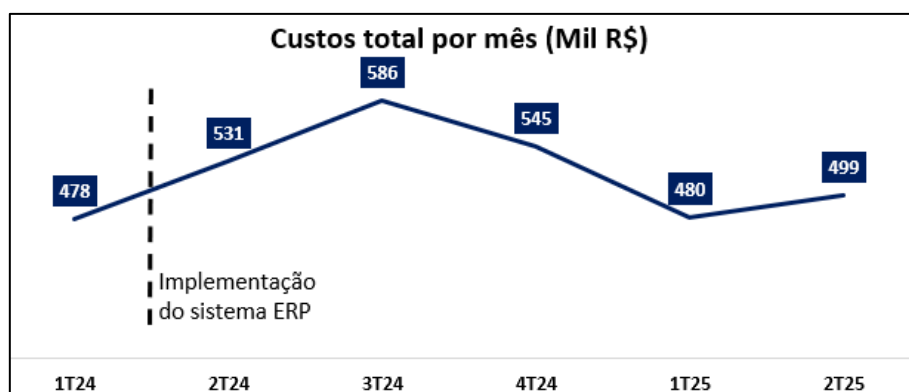


Figura 10 - Evolução dos Custos Totais por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na figura 11, tem-se a Evolução do lucro líquido por mês, em que se observa uma margem de lucro líquido positiva e que variou entre R\$ 63 mil e R\$ 151 mil, com uma linha de tendência de crescimento para o período analisado. A figura também indica o mês de implementação do sistema ERP. Além disso, nota-se os maiores valores no 2º trimestre 2025. O constante crescimento indica que o sistema ERP, por integrar todas as áreas da empresa, permite maior eficiência conforme a empresa passa a utilizar todas as capacidades de forma plena.

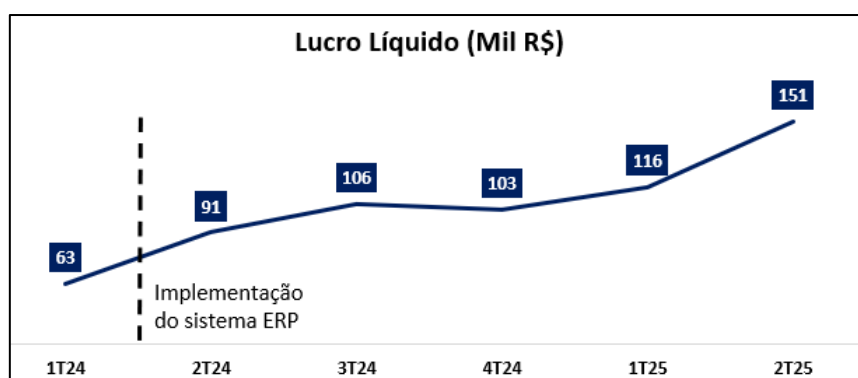


Figura 11 - Evolução do lucro líquido por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Por fim, os indicadores de sustentabilidade, sendo feitos os recortes e analisados somente o ‘consumo de CO2 para recarga do extintor’ (figura 12) e o ‘consumo esperado de folha de papel por ordem de serviço por mês’ (figura 13). O consumo de CO2 está diretamente relacionado à capacidade da empresa de possuir a rastreabilidade desse agente extintor. No cenário prévio à implementação do sistema ERP, não havia rastreabilidade dos extintores de dióxido de carbono e, para que o serviço executado possa estar de acordo com as normas, todos os extintores de gás carbônico que fosse retirados para realização do serviço de manutenção eram esvaziados, com a carga expelida integralmente pois a empresa não poderia se responsabilizar pela qualidade e validade do agente extintor dentro do cilindro, originando um gasto de 6Kg de CO2 novo para cada extintor recarregado. Vale indicar que todo cilindro que precise ser carregado com gás carbônico novo passa pela etapa de descarte no meio ambiente do dióxido de carbono que não pode ser reutilizado. Com o advento do sistema ERP, a empresa passou a possuir a capacidade interna de realizar a rastreabilidade desse agente extintor e, assim, permitiu que o consumo diminuísse devido à informação sistemática de qual é o lote de agente extintor dentro de cada cilindro. Vale ressaltar que, para extintores cuja manutenção não foi realizada pela empresa em estudo no ano anterior, o descarte de todo o CO2 deve continuar ocorrendo pelas mesmas questões referentes à falta de rastreabilidade do agente extintor inserido por outro fornecedor. Dessa forma, o gráfico abaixo permite observar a quantidade de gás carbônico novo consumido por cada cilindro de extintor do tipo dióxido de carbono que é coletado para manutenção e recarga. Os dados foram obtidos ao consolidar informações referentes à quantidade total de CO2 comprado no mês, divididos pela quantidade total de extintores do tipo CO2 recarregados no mesmo período. Essa visualização permite observar a

capacidade de reaproveitamento do gás e consequente diminuição da demanda dele. O consumo de CO₂ por extintor de dióxido de carbono recarregado manteve-se estável no início da série, visto que a empresa não possuía a capacidade de reaproveitar esse gás, com valores médios de 6 kg por unidade. A partir de maio de 2024, apresentou redução e passou a estabilizar-se próximo 4 kg por unidade nos últimos meses monitorados. Essa queda de cerca de 30% no consumo médio reforça o impacto positivo do ERP na rastreabilidade do agente extintor e na otimização do processo de recarga.

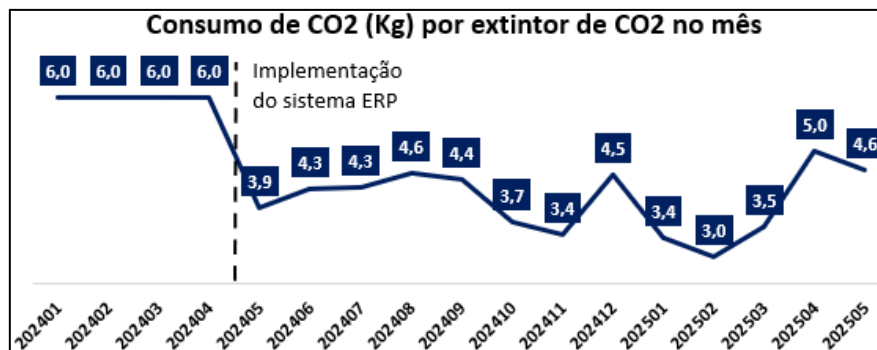


Figura 121 - Evolução do consumo de CO2 novo por extintor por mês. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Quanto ao consumo de papel (figura 13 - consumo de papel esperado por ordem de serviço aberta), o cenário prévio à implementação do ERP contava com uso de papel para diversas finalidades. Dentre estas, destacam-se a impressão do orçamento inicial aprovado, para o setor de logística; a impressão da guia de retirada dos extintores e guia de retirada das mangueiras, para os motoristas; impressão da ordem de serviço, para a fábrica; impressão do orçamento complementar, para o vendedor (informando os resultados do serviço de manutenção com a possibilidade de venda ao cliente dos itens reprovados durante a execução da manutenção), do orçamento complementar aprovado para o setor financeiro (informando o resultado da negociação com o cliente), impressão da nota fiscal para o cliente, da nota fiscal para ser arquivada na empresa para fins contábeis.

Após a implementação do ERP, a primeira mudança em maio de 2024 foi a interrupção da impressão da nota fiscal para ser arquivada na empresa, visto que o próprio sistema já arquivava esse documento de forma digital. Já em agosto de 2024, foi implementado que toda a comunicação interna se daria de forma digital pelo sistema. Assim, a aprovação do orçamento inicial, assim como a disponibilização e aprovação do orçamento complementar passaram a ser realizados exclusivamente pelos canais internos de comunicação digital, reduzindo ainda mais o consumo esperado de papel.

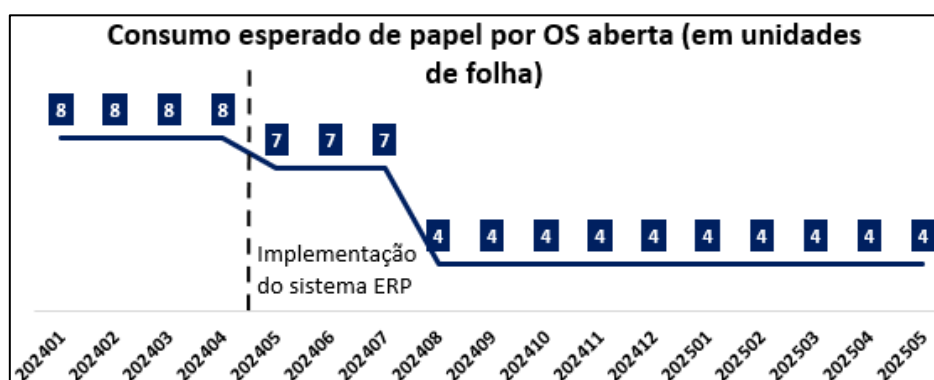


Figura 132 - Evolução do consumo esperado de folha de papel por ordem de serviço por mês, em unidades de folha. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na figura 13, o consumo esperado de papel por ordem de serviço apresentou uma tendência de redução progressiva. Em maio de 2024, a expectativa de consumo era 8 folhas, diminuindo para 4 folhas em maio de 2025, mesmo com o aumento do volume operacional. Essa diminuição demonstra que a digitalização dos processos foi bem-sucedida, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

4.2. Resultados do estudo de caso: aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa

A metodologia SERVQUAL, desenvolvida por Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985; 1988), é amplamente utilizada para mensurar a qualidade percebida de serviços por meio da comparação entre as expectativas e as percepções dos respondentes. Neste artigo, foram aplicados questionários com clientes, colaboradores e sócios da empresa. Esta metodologia se fundamenta em cinco dimensões: Tangibilidade, Confiabilidade, Responsividade, Segurança e Empatia. Neste estudo, o instrumento foi adaptado ao contexto da empresa analisada, incluindo também questões relacionadas à sustentabilidade. As respostas foram obtidas em escala Likert de 1 a 5, e o cálculo do gap foi feito como:

$$\text{Gap} = \text{Percepção} - \text{Expectativa}$$

Mantendo o sinal do resultado, conforme a aplicação original da metodologia, de modo que gaps positivos indicam percepção acima da expectativa e gaps negativos indicam percepção abaixo da expectativa.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa do ponto de vista de Clientes. Os clientes responderam a questões referentes às dimensões SERVQUAL acrescidas de itens sobre práticas ambientais. Em geral, as percepções superaram as expectativas na maior parte dos itens, com destaque para os orçamentos claros e detalhados (+0,34), agilidade na comunicação (+0,22) e organização de documentos (gap neutro, mantendo alta avaliação em ambas as métricas). Na Tabela 8, tem-se a síntese dos resultados dos gaps na avaliação da qualidade, sendo que a dimensão Segurança teve gap de +0,47, mostrando que os clientes se sentiram mais confiantes na prestação do serviço após a implementação do ERP, especialmente em relação à clareza das informações e ao acompanhamento do andamento dos serviços. A Empatia também apresentou gap relevante (+0,48), indicando que houve percepção de melhora no entendimento e respeito às necessidades individuais, embora ainda haja variação entre clientes quanto à percepção da personalização do atendimento. A dimensão Sustentabilidade obteve gap de +0,45, evidenciando uma percepção levemente superior à expectativa inicial, mas com notas absolutas mais baixas, o que sugere reconhecimento das ações, embora estas não sejam percebidas como de grande intensidade.

Tabela 5 – Resultado da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa do ponto de vista de Clientes.

Item	Expectativa (1–5)	Percepção (1–5)	Gap (Percepção - Expectativa)
A apresentação dos técnicos e documentos é profissional. (Tangibilidade)	3,00	3,56	0,56
A empresa cumpre os prazos prometidos de retirada e entrega. (Confiabilidade)	4,00	4,00	0,00
A comunicação com a empresa é rápida e eficiente. (Responsividade)	3,89	4,11	0,22
Confio nos serviços prestados e nos profissionais envolvidos. (Segurança)	3,56	4,00	0,44
A empresa entende e respeita minhas necessidades específicas. (Empatia)	3,44	4,00	0,56
Os orçamentos são claros, detalhados e entregues com agilidade. (Tangibilidade + Responsividade)	4,33	4,67	0,34
Fui informado adequadamente sobre o andamento dos serviços. (Segurança + Responsividade)	3,11	3,44	0,33
As dúvidas foram resolvidas de maneira satisfatória. (Empatia + Responsividade)	4,00	4,22	0,22
Os documentos entregues (certificados, laudos etc.) são organizados e compreensíveis. (Tangibilidade)	4,11	4,11	0,00

A empresa demonstra preocupação com o meio ambiente em suas atividades (ex: reaproveitamento, descarte correto). (Empatia + Confiabilidade)	2,22	2,78	0,56
Os materiais utilizados (rótulos, laudos, embalagens) são sustentáveis ou reutilizáveis. (Tangibilidade)	3,44	3,78	0,34
Média Geral	3,65	4,06	0,41

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No que tange aos colaboradores, na Tabela 6, observam-se os resultados da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa do ponto de vista de Colaboradores. Os colaboradores avaliaram aspectos internos da empresa e o impacto do ERP em sua rotina de trabalho. O destaque ficou para Responsividade (+1,28) e Confiabilidade (+1,04), com gap alto em itens como “comunicação entre setores” (+1,57), além da percepção de que o sistema contribuiu para reduzir retrabalho e facilitar processos (+0,28). Na tabela 8, a dimensão Tangibilidade teve gap positivo de +0,81, com avaliação mais alta nas condições de trabalho e infraestrutura após o ERP, mesmo partindo de uma expectativa moderada. Em Segurança, o gap foi de +0,57, refletindo percepção de maior segurança no trabalho e melhor suporte para a execução das tarefas. Já em Empatia, o gap foi positivo, porém menor (+0,24), o que pode estar relacionado à percepção de que, embora haja abertura para sugestões, nem todas são implementadas de forma visível. Em Sustentabilidade, o gap foi de +0,22, com menores médias absolutas, especialmente na comunicação das práticas ambientais e nas condições para descarte correto, o que indica espaço para ampliar a visibilidade dessas ações internamente. O gap médio geral foi de +0,73, o maior entre os três grupos, mostrando tendência de percepção de melhora mais acentuada por parte dos colaboradores

Tabela 6 – Resultado da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa do ponto de vista de Colaboradores.

Item	Expectativa (1–5)	Percepção (1–5)	Gap (Percepção - Expectativa)
As instalações e recursos da empresa são adequados ao trabalho. (Tangibilidade)	3,14	4,14	1,00
A empresa cumpre os prazos prometidos nos processos internos. (Confiabilidade)	2,86	4,14	1,28
A equipe técnica responde com agilidade às necessidades internas. (Responsividade)	2,71	3,86	1,15
Recebi treinamento adequado para usar o sistema ERP. (Segurança)	4,14	4,43	0,29
Sinto que minhas necessidades e sugestões são consideradas. (Empatia)	3,86	4,00	0,14
O ERP contribuiu para reduzir o retrabalho e facilitar os processos. (Confiabilidade)	4,29	4,57	0,28
A comunicação entre os setores melhorou após a implementação do ERP. (Responsividade)	3,00	4,57	1,57
O uso do sistema ERP trouxe mais segurança na execução do meu trabalho. (Segurança)	3,29	4,14	0,85
A empresa fornece suporte quando há dúvidas ou dificuldades no uso do sistema. (Empatia)	4,57	4,57	0,00
A empresa oferece condições adequadas para descarte correto e coleta seletiva de resíduos. (Tangibilidade + Responsividade)	2,29	3,29	1,00

As práticas sustentáveis promovidas pela empresa são comunicadas de forma clara aos colaboradores. (<i>Empatia + Confiabilidade</i>)	2,71	3,14	0,43
Média Geral	3,35	4,08	0,73

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No que tange aos donos, a Tabela 7 apresenta os resultados da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa do ponto de vista dos donos. Os proprietários analisaram o sistema ERP sob perspectivas estratégicas, operacionais e ambientais. Na Tabela 8 de síntese, nota-se que a dimensão Confiabilidade apresentou gap expressivo (+0,89), evidenciando percepção de melhorias no cumprimento de prazos, na rastreabilidade de processos e na confiabilidade dos dados para tomada de decisão. A Segurança também teve resultado relevante (+0,67), associada à maior confiança na gestão e ao acesso facilitado a informações estratégicas. A dimensão Sustentabilidade registrou gap de +0,67, mostrando que os donos percebem avanço no controle de desperdícios e na gestão ambiental, mesmo que esses aspectos não tenham sido inicialmente a prioridade na adoção do ERP. Por outro lado, foram identificados gaps negativos em Tangibilidade (-0,13), Responsividade (-0,17) e principalmente Empatia (-0,84). Esses valores sugerem que, para os donos, a aparência e clareza dos relatórios, a agilidade no acesso a informações e a adaptação do sistema às particularidades da empresa ficaram ligeiramente abaixo do que se esperava antes da implementação. Os proprietários da empresa receberam treinamento por parte da equipe contratada para implementação do sistema ERP, porém por possuírem outras atividades gerenciais, acabam não praticando a utilização do software em todas as suas capacidades, justificando os gaps negativos experienciados e relatados. Além disso, o item referente à adaptabilidade do sistema ERP à empresa apresentou percepção negativa pois, visto que a empresa não possuía qualquer tipo de sistema informatizado e assim muitas adaptações tiveram que ser realizadas, alterando a rotina e forma de trabalho dentro do antigo organograma, explicando o gap negativo nesse item devido à necessidade de construir uma nova rotina e novas funções dentro da empresa. Por fim, visto que os donos da empresa não possuem conhecimento aprofundado em ferramentas informáticas que divergem daquelas utilizadas anteriormente, o nível de letramento digital também influenciou a percepção crítica. Tendo isso em vista, o gap médio geral foi de +0,24, influenciado pela combinação de gaps muito positivos em algumas dimensões e negativos em outras, o que indica uma percepção mais seletiva dos ganhos trazidos pelo ERP.

Tabela 7 – Resultado da aplicação do Modelo SERVQUAL para avaliar a Qualidade em Serviços da empresa do ponto de vista dos Donos.

Item	Expectativa (1–5)	Percepção (1–5)	Gap (Percepção - Expectativa)
Os relatórios e dashboards do ERP são claros e bem apresentados. (<i>Tangibilidade</i>)	4,33	3,67	-0,66
O sistema ERP permite cumprir prazos e manter o controle operacional. (<i>Confiabilidade</i>)	4,00	4,67	0,67
As informações são acessíveis com rapidez quando necessário. (<i>Responsividade</i>)	4,00	3,67	-0,33
Sinto-me mais seguro na tomada de decisão após o ERP. (<i>Segurança</i>)	4,67	5,00	0,33
O sistema se adapta às particularidades da nossa empresa. (<i>Empatia</i>)	4,67	3,00	-1,67
Houve melhoria na rastreabilidade dos processos após a implementação do ERP. (<i>Confiabilidade</i>)	3,33	5,00	1,67
A integração entre setores evoluiu com o uso do sistema ERP. (<i>Responsividade</i>)	4,00	4,33	0,33
Os dados são confiáveis e me ajudam a tomar decisões estratégicas. (<i>Segurança</i>)	3,67	4,33	0,66

O sistema ERP contribui para a redução de desperdícios e melhor controle ambiental. (<i>Confiabilidade + Segurança</i>)	2,67	3,33	0,66
A empresa integra metas de sustentabilidade ao seu planejamento estratégico. (<i>Empatia + Tangibilidade</i>)	2,00	2,67	0,67
Média Geral	3,73	3,97	0,24

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 8 – Síntese dos Gaps (Percepção - Expectativa): para clientes, colaboradores e donos e para cada dimensão avaliada.

Dimensão/Público	Gaps (Percepção - Expectativa)		
	Clientes	Colaboradores	Donos
Tangibilidade	0,31	0,81	-0,13
Confiabilidade	0,19	1,04	0,89
Responsividade	0,34	1,28	-0,17
Segurança	0,47	0,57	0,67
Empatia	0,48	0,24	-0,84
Sustentabilidade	0,45	0,22	0,67
Média	0,37	0,69	0,18

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise da Qualidade Percebida, utilizando o modelo SERVQUAL (PARASURAMAN; ZEITHAML; BERRY, 1985), revelou que a implementação do ERP se traduziu em um aumento significativo no valor percebido pelos *stakeholders*, embora com variações importantes entre os grupos de clientes, colaboradores e donos. Na tabela 8, obtém-se a visão geral dos gaps da avaliação da qualidade em serviço, após a implementação do ERP, para cada tipo de stakeholder e observam-se:

- Donos tiveram a pior avaliação (gap médio de 0,18) sobre a mudança da qualidade do serviço relacionado à manutenção de equipamentos contra incêndio a partir do ERP (inclusive com valores negativos em algumas dimensões), seguidos pelos clientes (gap médio de 0,37) e pelos colaboradores (0,69). Assim, os colaboradores tiveram melhores percepções de melhoria na qualidade do serviço a partir da adoção do sistema ERP.
- Colaboradores apresentam os maiores gaps positivos em Responsividade (+1,28) e Confiabilidade (+1,04), indicando que o ERP trouxe percepções de melhoria expressivas em agilidade, cumprimento de prazos e confiabilidade das informações internas.
- Clientes têm gaps mais moderados, mas distribuídos de forma equilibrada entre as dimensões, variando de +0,19 (Confiabilidade) a +0,48 (Empatia), sugerindo atendimento ou superação das expectativas em várias áreas.
- Donos exibem gaps positivos importantes em Confiabilidade (+0,89), Segurança (+0,67) e Sustentabilidade (+0,67), mas registram valores negativos em Tangibilidade (-0,13), Responsividade (-0,17) e especialmente Empatia (-0,84), apontando para aspectos em que a percepção ficou aquém da expectativa inicial.
- A dimensão Sustentabilidade apresentou gaps positivos nos três grupos, com destaque para os donos e clientes, o que sugere reconhecimento de melhorias nessa área, embora com diferentes magnitudes.

Os gaps negativos do ponto de vista do Donos no que tange à Tangibilidade, Responsividade e Empatia sugerem que, embora o sistema seja funcional e confiável no registro de dados operacionais (Confiabilidade e Segurança), ele exige customizações nos módulos gerenciais para simplificar a extração e a visualização de dados estratégicos. Essa dificuldade de acesso rápido e customizado aos indicadores compromete a Responsividade gerencial e a pronta tomada de decisão na alta gestão, indicando que o ERP ainda não está totalmente alinhado com as necessidades estratégicas e particulares do negócio. Estendendo um problema, dificuldade no acesso rápido e customizado aos dados, que já era

enfrentando quando os controles eram feitos com planilhas que não se interligavam ou mesmo quando se fazia necessária a procura pelas informações em fichas e papéis com anotações.

4.3. Síntese dos resultados do estudo de caso

Os principais resultados da implementação do sistema ERP nos indicadores de desempenho operacional e de sustentabilidade ambiental considerados na empresa de manutenção de equipamentos contra incêndio foram:

- crescimento na quantidade de serviços de manutenção realizados: aumento no número de ordens de serviço processadas mensalmente e no número total de extintores realizados por mês (figuras 1 e 2) (apesar de existir sazonalidade devido à especificidade de cliente - condomínio e existência de período contábil para prestação de contas);
- redução do tempo médio de execução da ordem de serviço (figura 3) e do número de ordens de serviço atrasadas por mês (figura 4): o tempo médio de execução do serviço reduziu de 12 dias (2º trimestre de 2024), para 5,9 dias (2º trimestre de 2025), representando redução aproximada de 50,8% neste tempo. Sobre o número de ordens de serviço atrasadas por mês, houve redução de 67 ordens de serviço atrasadas (2º trimestre de 2024) para 5 ordens de serviço atrasadas (2º trimestre de 2025), representando uma melhoria de 92,5%;
- aumento da eficiência da logística (figura 5), (medida pelo cumprimento do roteiro/proporção de clientes atendidos na rota em comparação ao total de clientes previstos para o período): em maio de 2024, o índice era de 63% e passou para 80% em maio de 2025, auxiliando na redução de potenciais erros de entrega;
- sobre a ‘quantidade de orçamentos criados por mês’ (figura 6) e ‘taxa de conversão dos orçamentos criados por mês’ (figura 7): a quantidade de orçamentos criados mensalmente apresentou um crescimento mesmo apresentando oscilações. Não houve grande mudança em relação à taxa de conversão dos orçamentos criados por mês, indicando oportunidades de melhoria dentro da empresa (falhas em competitividade, base de dados dos clientes utilizada pela equipe de vendas, necessitando de melhores estratégias de vendas);
- mesmo com oscilações, todos os faturamentos brutos trimestrais de 2025 estão maiores do que os do mesmo trimestre de 2024 (figura 8);
- quanto aos custos diretos e custos totais, observou-se um leve aumento para posterior redução (figuras 9 e 10). Já o lucro líquido por mês apresentou tendência de crescimento (figura 11);
- sobre o ‘consumo de CO₂ para recarga do extintor’ (figura 12) e o ‘consumo esperado de folha de papel por ordem de serviço por mês’ (figura 13). O consumo de CO₂ por extintor de dióxido de carbono recarregado diminuiu de cerca de 6 kg por unidade para próximo 4 kg por unidade (maio de 2024). Essa queda de cerca de 30% no consumo médio reforça o impacto positivo do ERP na rastreabilidade do agente extintor e na otimização do processo de recarga. Houve redução no consumo de papel por ordem de serviço: de 8 folhas (maio de 2024) para 4 folhas (maio de 2025).

5. Conclusão.

Este artigo teve como objetivo geral analisar e quantificar os benefícios e impactos na eficiência operacional e sustentabilidade da empresa advindos da implementação de um sistema ERP na manutenção de equipamentos contra incêndio, através de dados quantitativos e qualitativos oriundos dessa implementação. Em síntese, a implementação do sistema ERP gerou impactos significativos e predominantemente positivos nas dimensões analisadas da empresa. Ao analisar o 2º trimestre de 2025 com o de 2024, observou-se que o ERP promoveu um aumento de eficiência operacional e rastreabilidade, resultando, por exemplo, na redução de aproximadamente 50% no Tempo Médio de Execução (TME) das ordens de serviço e em uma melhoria de até 92% no número de ordens atrasadas. No âmbito da sustentabilidade, houve uma queda de cerca de até 30% no consumo de CO₂ novo por extintor recarregado, devido à rastreabilidade, quando analisados os primeiros 5 meses de 2024 e 2025. Contudo, a percepção dos Donos registrou gaps negativos em Empatia, Responsividade e Tangibilidade, sugerindo desafios na adaptação do sistema à gestão estratégica. Conclui-se que o ERP pode ser um fator de alavancagem para a eficiência e sustentabilidade no setor.

Os resultados indicam que o sistema ERP cumpriu seu papel de ferramenta central do Planejamento e Controle da Produção (PCP), proporcionando ganhos em produtividade, confiabilidade de prazos, eficiência logística, gestão financeira, qualidade e percepção de clientes e colaboradores. Ademais, promoveu maior integração entre os setores administrativos e produtivos, fortalecendo o alinhamento entre planejamento e execução. Em relação aos indicadores ambientais, o impacto positivo também foi reforçado no processo de digitalização e redução do consumo de papel, bem como no reaproveitamento de matéria-prima CO₂ a partir da assertividade na rastreabilidade do agente extintor possibilitada pelo sistema.

No estudo de caso, o ERP consolidou-se como ferramenta central do PCP, gerando ganhos de produtividade e crescimento consistente no volume de serviços. Contudo, a análise crítica dos resultados revela um descompasso entre a eficiência operacional e a percepção estratégica da alta gestão. Os indicadores negativos de Empatia, Responsividade e Tangibilidade no SERVQUAL sugerem que a ferramenta ainda é subutilizada em seu potencial analítico. Portanto, é imperativo que a empresa não encare o ERP apenas como um repositório de dados, mas invista em uma cultura de *Business Intelligence* (BI). Isso demanda tanto a customização de dashboards gerenciais que simplifiquem a tomada de decisão em tempo real, quanto a capacitação contínua da gerência em Sistemas de Informação. Sem alinhar a funcionalidade técnica do software à competência analítica dos gestores, o sistema corre o risco de permanecer apenas como um suporte operacional, sem converter eficiência produtiva em valor estratégico pleno para o negócio.

Quanto às limitações, os resultados referem-se a um estudo de caso único, o que restringe sua generalização. Metodologicamente, a principal restrição foi a ausência de um sistema interno de medição na empresa para uma avaliação ambiental completa. Isso impediu a obtenção de dados sobre consumo de água, energia elétrica e descarte de resíduos (sólidos e líquidos não relacionados ao papel), delimitando a análise ao consumo de papel e às emissões de CO₂ do transporte e recarga. Para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento em sistemas robustos de monitoramento de todos os *inputs* e *outputs* ambientais (matérias-primas, energia e resíduos diversos). Além disso, sugere-se realizar um estudo subsequente, após um período maior de uso e otimização do ERP, para sanar variações relativas à sazonalidade anual e, principalmente, que considere o impacto das variações competitivas ou de mercado, visto que se trata de um mercado com margens reduzidas, para isolar o ganho real gerado pelo ERP.

Conclui-se, portanto, que a implementação do sistema ERP analisado pode contribuir significativamente para o aumento da eficiência operacional e melhoria dos indicadores de sustentabilidade. O ERP permite a transformação digital e, assim, é capaz de elevar o desempenho organizacional e ambiental de empresas prestadoras de serviços técnicos, consolidando um modelo de operação mais inteligente, rastreável e sustentável.

Referências.

AHMAD, M. M.; MEHRJERDI, Y. Z. *Integration of maintenance management with ERP systems: A practical framework for parameterization and implementation. Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 29, n. 3, p. 451-469, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 12779. Mangueiras de incêndio: inspeção, manutenção e cuidados**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 12962. Manutenção de extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693: Sistemas de proteção por extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11716: Extintores de incêndio — Dióxido de carbono**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10721: Extintores de incêndio — Pó**. Rio de Janeiro, 2017.

- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CAMPOS, V. F. **Manutenção produtiva total: implementação e gestão**. 3. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.
- CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.; GIANESI, I. G. N. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP — Conceitos, Uso e Implantação**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- COSTA, R. M.; ALMEIDA, J. T. Sistemas ERP e desempenho ambiental: um estudo em empresas de médio porte do setor de serviços. **Revista de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 10, n. 2, p. 55–69, 2022.
- DAUVERGNE, P.; LISTER, J. **Eco-Business: A Big-Brand Takeover of Sustainability**. MIT Press, 2013.
- DAVENPORT, T. H. *Putting the enterprise into the enterprise system*. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, p. 121-131, 1998.
- FERNANDES, C.; OLIVEIRA, J. F. G.; LEÃO, C. P. Sustainable maintenance: a systematic literature review on concepts, indicators, and practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 380, p. 135094, 2022.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos Fundamentos ao Essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- FERNANDES, V. M. **Gestão estratégica da manutenção**. São Paulo: Atlas, 2004.
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: Operações, Estratégia e Tecnologia de Informação**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- Hammouch, H. *Enhancing Management Control Through ERP Systems: A Comprehensive Literature Review*. **IRASD Journal of Management**, v. 6, n. 3, 2024, 125–133. Disponível em: <<https://doi.org/10.52131/jom.2024.0603.0128>>.
- LIMA, D. F. *et al.* Digital transformation and ERP adoption as enablers of environmental performance in SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 370, p. 138834, 2022.
- MARR, Bernard. **Key Performance Indicators: The 75 Measures Every Manager Needs to Know**. Pearson Financial Times Pub., 2012.
- MARTINS, G. H.; OLIVEIRA, L. F. O papel do ERP na eficiência do PCP em empresas de serviços técnicos. **Revista Gestão & Produção**, v. 30, n. 1, p. 210–225, 2023.
- MENDES, J. V.; ESCRIVÃO FILHO, E. ERP: um enfoque em pequenas e médias empresas. **Revista Produção**, v. 12, n. 3, p. 44-55, set./dez. 2002.
- MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 7. ed. New York: Wiley, 2012.

- MOUBRAY, J. **Reliability-centered Maintenance**. 2. ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.
- NAYLOR, Gillian S. A Half-Century of SERVQUAL: Exploring its Impact and Future Directions in Service Quality Research. **Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behavior**, v. 37, n. 2, 2024.
- OLIVEIRA, Marcos A. de; NASCIMENTO, Laura F.; BORGES, Ana P. Sistemas ERP como indutores de sustentabilidade operacional em empresas prestadoras de serviço técnico. **Revista Produção Online**, v. 23, n. 1, p. 45-62, 2023.
- PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. *A conceptual model of service quality and its implications for future research*. **Journal of Marketing**, v. 49, n. 4, p. 41-50, 1985.
- SILVA, João; PEREIRA, Maria. Um estudo sobre a implementação do sistema ERP na cadeia de suprimentos. In: **FATECLOG – Congresso Internacional de Logística, 15., 2024**, São Paulo. São Paulo: FATEC, 2024.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- SMITH, D. J. **Reliability, Maintainability and Risk: Practical Methods for Engineers**. 9. ed. Elsevier, 2017.
- SOUZA, C. A. Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de caso de implementação de sistemas ERP. 2000. 253 f. **Dissertação (Mestrado em Administração)** – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12133/tde-19012002-123639/>>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- SOUZA, Rafael H.; LIMA, Beatriz M. Análise dos impactos ambientais e operacionais da adoção de ERP em empresas de manutenção. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 102-118, 2022.
- SUNUKANTO, Victoria Salma; KISMAN, Zainul. The mediation role of customer satisfaction on the effect of service quality on customer loyalty and retention. **Global Scientific Journal**, v. 13, n. 2, Feb. 2025.
- TEDJA, Budiarto; MUSADIEQ, Mochammad Al; KUSUMAWATI, Andriani; YULIANTO, Edy. *Systematic literature review using PRISMA: exploring the influence of service quality and perceived value on satisfaction and intention to continue relationship*. **Future Business Journal**, v. 10, art. 39, 2024.
- TORTORELLA, G. L. et al. *Maintenance 4.0: an overview of modern Maintenance management*. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 27, n. 1, p. 32-54, 2021.
- TSAL, Y. C. et al. *Maintenance management framework for smart manufacturing*. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 56, p. 287–301, 2020.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control systems**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1997.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J.; GREMLER, D. D. *Services marketing: integrating customer focus across the firm*. 6. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2013.