UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E TRANSPORTES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO

MAPEAMENTO DE PROCESSOS DE GESTÃO EM UMA DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS QUÍMICOS USANDO HTA E SHERPA

CARLA FERNANDA TREVIZAN

Orientador: Italo Rodeghiero Neto

Porto Alegre
Novembro, 2025

RESUMO

O estudo aborda o mapeamento de processos em uma pequena empresa (PME) familiar do setor químico, com o objetivo de identificar gargalos operacionais e propor melhorias para otimizar fluxos de trabalho. A pesquisa utiliza as metodologias *Hierarchical Task Analysis* (HTA), *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) e *Business Process Model and Notation* (BPMN) para análise de tarefas, identificação de erros humanos e modelagem de processos. Os resultados revelaram vulnerabilidades como dependência de conhecimento tácito, informalidade na comunicação e ausência de padronização, comprometendo a eficiência e a segurança operacional. As propostas incluem padronização de processos, integração de sistemas, adoção de protocolos formais e capacitação dos colaboradores, com potencial para profissionalizar a empresa, reduzir custos e aumentar a conformidade regulatória. Este trabalho destaca a eficácia de metodologias estruturadas na gestão de processos em PMEs, apontando caminhos para pesquisas futuras em diferentes setores e regiões

Palavras-chave: mapeamento de processos; HTA; SHERPA; BPMN; gestão organizacional; pequenas e médias empresas.

ABSTRACT

The study addresses the mapping of processes in a small family company (SME) in the chemical sector, with the objective of identifying operational bottlenecks and propose improvements to optimize workflows. The research uses Hierarchical Task Analysis (HTA), Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) and Business Process Model and Notation (BPMN) methodologies for task analysis, identification of human errors and process modeling. The results revealed vulnerabilities such as dependence on tacit knowledge, informality in communication and absence of standardization, compromising efficiency and operational safety. The proposals include process standardization, systems integration, adoption of formal protocols and employee training, with potential to professionalize the company, reduce costs and increase regulatory compliance. This work highlights the effectiveness of structured methodologies in process management in SMEs, pointing out ways for future research in different sectors and regions

Keywords: process mapping; HTA; SHERPA; BPMN; organizational management; small and medium enterprises.

Sumário

RESUMO 2

ABSTRACT 3

1. INTRODUÇÃO 5

2. REFERENCIAL TEÓRICO 7

2.1. Gestão de processos em pequenas e médias empresas 7

2.2. Mapeamento de processos: metodologias e aplicações 8

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 11

3.1. Descrição do cenário 11

3.2. Classificação da pesquisa 13

3.3. Etapas do trabalho 13

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 14

4.1. Caracterização da empresa e contexto 14

4.2. Mapeamento e análise dos processos 15

4.3. Análise hierárquica de tarefas (HTA) e Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) 20

4.4. Discussões e melhorias 24

5. CONCLUSÕES 26

6. REFERÊNCIAS 29

7. ANEXO A 33

8. APÊNDICE A 42

1. INTRODUÇÃO

As pequenas e médias empresas (PME) representam uma parte significativa da economia brasileira (Sebrae, 2022), gerando renda e emprego, promovendo a diversidade de mercado e impactando o cenário socioeconômico do país. No entanto, a competitividade do mercado impõe desafios significativos, intensificando-se para aquelas que possuem perfil familiar e que operam em setores regulamentados como a distribuição de produtos químicos. Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a maioria das PMEs do país possuem estas características e estas, muitas vezes, podem gerar conflitos de governança e processos organizacionais pouco claros decorrentes da combinação de funções pessoais e profissionais (BIEL; ŻLUSARCZYK, 2022). Para contornar essa problemática e manter a competitividade, o mapeamento e a gestão por processos são essenciais (AIZPRUA; CARDOSO, 2020).

O gerenciamento eficaz de processos não se limita a tipos específicos de organizações e é universalmente aplicável em vários setores (SLACK *et al.,* 2006). Sendo assim, o gerenciamento é uma ferramenta importante para otimizar as operações, identificar gargalos, reduzir perdas variadas, resultando em uma operação mais enxuta e eficiente. Ao adotar essa abordagem direcionada a processos, aumenta-se a agilidade em responder a mudança do mercado e expectativa dos consumidores, sendo fundamental para a sobrevivência e crescimento da empresa (RYBCHUK *et al.,* 2023).

A abordagem de Garvin (1999) divide os processos em três áreas: trabalho, que inclui as atividades diárias; comportamentais, que se concentram nas interações e comunicação entre funcionários; e mudança, que envolve os mecanismos utilizados pela organização para se adaptar ao mercado. A integração efetiva desses processos gera valor em diversos níveis, principalmente na gestão de diferentes departamentos (Haraldson & Lind, 2010), melhorando a comunicação interdepartamental e fornecendo informações essenciais para tomada de decisões. Ao mapear os processos, pode-se aprimorar o controle de estoque, por exemplo, gerando decisões mais assertivas sobre a produção, a compra de insumos e a definição de preços (CRUZ, 2018), beneficiando outros departamentos, como produção, financeiro e logística, contribuindo para a sustentabilidade das PMEs (LADEIRA et al., 2016).

Processos ineficientes aliados a falta de comunicação entre diferentes departamentos envolvidos no fluxo dos produtos químicos, podem resultar em problemas críticos à empresa. Essa descoordenação dificulta a rastreabilidade dos produtos ao longo da cadeia logística, resultando em atrasos na entrega, aumento de custos operacionais e discrepâncias no estoque,

comprometendo a competitividade da empresa. Além disso, a complexidade do manuseio de produtos químicos exige uma coordenação precisa entre os processos, mitigando possíveis riscos à segurança dos funcionários e meio ambiente, em caso de vazamentos, reações químicas perigosas e contaminação do solo e água.

Neste contexto, o presente estudo concentra-se no mapeamento dos processos relacionados à entrada, manuseio, estoque e saídas dos produtos comercializados por uma PME distribuidora de produtos químicos com mais de 35 anos de atuação, com perfil familiar e localizada em Porto Alegre, RS. Compreender todo o ciclo do produto, desde o recebimento até a entrega ao cliente final é importante para identificar possíveis gargalos operacionais, otimizar o fluxo e ter o controle do estoque (Klaus & Müller, 2012). Este mapeamento é fundamental, também, para garantir conformidade com os regulamentos de segurança específicos do manuseio de substâncias químicas.

Diante dos desafios apresentados na gestão organizacional de PMEs com perfil familiar, este trabalho tem como objetivo mapear os processos de entrada, manuseio, estoque e saída de produtos químicos em uma distribuidora especializada em tratamento de superfícies metálicas e efluentes. Para atingir esse objetivo, foram analisados os fluxos de materiais e informações, mapeadas as atividades dos trabalhadores, as interações entre os diferentes departamentos envolvidos. As metodologias utilizadas incluem *Hierarchical Task Analysis* (HTA) para decomposição de tarefas e identificação de erros humanos, *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) para análise e soluções de erros, e *Business Process Model and Notation* (BPMN) para modelagem e fluxograma. Assim, foram identificados as barreiras e os facilitadores para integração desses processos, com o intuito de propor estratégias que otimizem a gestão organizacional.

Esta gestão otimizada dos processos de entrada, manuseio, estoque e saída de produtos químicos é essencial para a sobrevivência das PMEs no mercado (RYBCHUK *et al.,* 2023). A falta de mapeamento e integração dos processos pode acarretar problemas críticos, contribuindo para a alta taxa de mortalidade dessas empresas. Nesse contexto, este trabalho visa aprimorar a gestão organizacional ao mapear e analisar os processos atuais, identificando gargalos e ineficiências, propondo melhorias para otimizar o fluxo do trabalho, que resultam em acuracidade do estoque, aumento de agilidade na entrega de produtos, redução de custos e fortalecimento da competitividade. Além disso, a gestão integrada melhora a segurança das operações, minimiza riscos e promove a sustentabilidade do negócio.

Após esta introdução, que contextualizou o tema e apresentou os objetivos do estudo, o artigo apresenta o referencial teórico (seção 2), abordando conceitos como gestão de processos em PMEs, gestão de produtos químicos, metodologias de mapeamento (HTA, SHERPA e BPMN) e a importância da integração de processos. A seção 3 descreve os procedimentos metodológicos, detalhando a coleta e análise de dados na distribuidora de produtos químicos objeto de estudo. A seção 4, apresenta e discute os resultados, buscando responder aos objetivos propostos. Por fim, a seção 5 traz as conclusões do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Gestão de processos em pequenas e médias empresas

As PME possuem uma força significativa na economia global, por possuírem habilidades empreendedoras, inovação e geração de emprego (PEDRAZA, 2021). No Brasil, existem 6,4 milhões empresas, e deste número, 99% são MPE, as quais responsáveis por 52% dos empregos formais no país (SEBRAE, 2018). E muitas dessas empresas possuem um perfil familiar, que é gerida com o objetivo de manter a visão do negócio controlado por membros da família e sustentável ao longo das gerações (CHUA *et al.*, 1999).

As PMEs têm menos probabilidade de usar práticas formais de gerenciamento em comparação com empresas maiores (FORTH & BRYSON, 2019), o que pode resultar em inconsistências, ineficiências e dificuldades na escalabilidade das operações. Implementar tais práticas podem ser dificultadas por restrições financeiras, falta de habilidades técnicas e informações (CAGLIANO *et al.*, 2001). Esses desafios podem ser contornados por meio da profissionalização da organização, do mapeamento e padronização dos processos e da integração de tecnologias que facilitam a gestão (MCKENZIE & WOODRUFF, 2017; MISHRA & MISHRA, 2008).

O processo de distribuição de produtos químicos envolve uma série de atividades interconectadas, como aquisição, armazenamento, fracionamento e envio dos suprimentos, gerando desafios significativos no gerenciamento organizacional devido à natureza dos produtos, conformidade com as regulamentações de segurança e ambientais, e a necessidade de proteção dos trabalhadores e prevenção de acidentes (NARUS *et al.,* 1984). A distribuidora do estudo exemplifica esta complexidade ao comercializar produtos químicos com diferentes níveis de periculosidade, exigindo distintas abordagens de gestão. Enquanto alguns produtos como desengraxantes neutros e adesivos apresentam riscos moderados, outros como decapantes

com ácidos fortes (sulfúrico, clorídrico e fosfórico) e fosfatizantes contendo metais pesados (zinco e manganês) demandam controles mais rigorosos. Segundo a classificação estabelecida pela ABNT NBR 14725, estes últimos são classificados como tóxicos, corrosivos ou apresentam toxicidade para órgãos e sistemas específicos, reforçando a necessidade de procedimentos de armazenamento, manipulação e descarte diferenciados para mitigar os riscos ocupacionais e ambientais específicos de cada categoria.

Dessa maneira, PMEs do setor de distribuição de produtos químicos precisam ter atenção especial na padronização de seus processos e práticas formais. No Brasil, há regulações específicas como a NR-20 (2019), que define diretrizes para o trabalho com inflamáveis e combustíveis, exigindo treinamentos, EPIs e procedimentos específicos para o manuseio seguro, e a Ficha de Dados de Segurança (FDS) (ABNT NBR 14725-4), crucial para a comunicação de riscos. Embora a maioria dos produtos da empresa não se enquadre como inflamáveis sob a NR-20, a adoção de um sistema de gestão de processos robusto e adaptado às características de periculosidade de cada substância comercializada é fundamental para garantir a segurança dos trabalhadores e aumentar a eficiência operacional.

2.2. Mapeamento de processos: metodologias e aplicações

Os estudos sobre mapeamento e análise de processos evoluíram significativamente ao longo do século XX. Frederick Winslow Taylor, reconhecido como o pioneiro da administração científica, marcou o avanço dos estudos na área de gerenciamento de processos com o seu trabalho "Os Princípios da Administração Científica" em 1911 (TAYLOR, 1911). Dando continuação ao assunto, Frank e Lillian Gilbreth exploraram o estudo do movimento e da simplificação do trabalho, contribuindo para aprimorar a compreensão sobre a eficiência e segurança dos processos (GILBRETH & GILBRETH, 1917). Entre as décadas de 1950 e 1980, W. Edwards Deming abordou a gestão da qualidade e a melhoria contínua, enfatizando a importância de entender e aprimorar os processos (DEMING, 1986).

Na década de 1990, surgiu uma nova perspectiva sobre a mudança organizacional, que acaba influenciando a análise de processos em PMEs. Michael Hammer e James Champy introduziram o conceito de reengenharia de processos em 1993, promovendo reconfigurações para melhorias na eficiência operacional. Thomas H. Davenport destacou a inovação de processos e a importância de alinhar processos com objetivos comerciais. Geary Rummler e Alan Brache focaram na arquitetura de processos e seu alinhamento com a estratégia organizacional. Em 1994, Slack abordou a relação entre gerenciamento de operações e

aprimoramento de processos, enfatizando a importância de fluxos de trabalho bem definidos para a competitividade.

Paralelamente, desenvolveram-se metodologias focadas na análise de tarefas e erros humanos: John Annett, com estudos entre 1960 e 1990, auxiliou no desenvolvimento da *Hierarchical Task Analysis* (HTA); Norman Stanton, iniciando seus estudos em 1980 até os dias atuais, desenvolveu a *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA); James Reason, em 1990, propôs uma categorização de erros reforçando o conceito de comprometimento sistêmico dos processos; Sidney Dekker, em 2002, destacou que o erro é uma consequência de falhas organizacionais; e Jens Rasmussen, nos anos de 1983 e 1987, influenciou a compreensão das dimensões cognitivas dos erros por meio do modelo *Skill, Rule, Knowledge* (SRK). Essas metodologias e modelos contribuem para a identificação de gargalos e riscos ao gerenciamento de substâncias químicas, sendo três delas particularmente relevantes para o presente estudo: BPMN, HTA e SHERPA.

Business Process Model and Notation (BPMN) é uma notação gráfica padronizada para modelar processos organizacionais, que foi aperfeiçoada ao longo dos anos e lançada em 2011. Fornece uma linguagem comum que pode ser entendida por todas as partes interessadas do negócio, incluindo analistas, desenvolvedores técnicos e gerentes (PEREIRA & FREITAS, 2015). Ela permite a representação de todas as comunicações entre diferentes departamentos, funções e sistemas organizacionais (KAZEMZADEH *et al.*, 2015), auxiliando empresas que não possuem seus processos estruturados e pecam na comunicação interdepartamental. Dessa forma, o BPM é um componente essencial para que as organizações atinjam seus objetivos estratégicos, analisando, modelando, implementando, executando e regulando sistematicamente os aprimoramentos contínuos em seus processos operacionais, facilitando assim o avanço de sua inovação, produtividade e qualidade (MINONNE E TURNER, 2012).

Embora o BPMN seja eficaz para representar o fluxo macro dos processos organizacionais, sua aplicação em contextos que demandam análise detalhada das tarefas individuais requer complementação metodológica. Neste sentido, a *Hierarchical Task Analysis* (HTA) se apresenta como uma ferramenta fundamental para decompor as atividades mapeadas no BPMN em níveis hierárquicos mais detalhados. Pequenas empresas familiares, por não possuírem processos definidos, funções claras de seus trabalhadores e acúmulos de atividades (FORTH & BRYSON, 2019), são um ótimo caso em que se pode iniciar a mapear esses processos analisando as atividades de trabalho. Existem diversas metodologias com esse objetivo, porém, o HTA é particularmente útil para entender melhor as tarefas cognitivas,

fornecendo uma descrição detalhada das atividades da tarefa por meio de uma estrutura hierárquica (ANNETT, 2004), fornecendo uma representação visual clara do fluxo de tarefas e das dependências.

O HTA enfatiza a compreensão das metas de cada tarefa e subtarefa. Esta ferramenta se concentra no que precisa ser alcançado, em vez de apenas nas ações, ajudando a projetar sistemas mais intuitivos e fáceis de usar (ANNETT, 2004). Além disto, as organizações podem entender melhor as competências necessárias para funções específicas, levando a decisões de contratação mais assertivas e alinhadas às necessidades reais de cada função (ANNETT & STANTON, 2000). Essa abordagem integrada pode levar a melhorias significativas na segurança e eficiência, ao garantir que tanto os aspectos técnicos quanto as capacidades humanas sejam levados em conta durante o desenvolvimento de sistemas complexos.

A partir da decomposição hierárquica das tarefas proporcionada pelo HTA, torna-se possível aplicar a metodologia *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) para identificar e mitigar erros humanos associados a cada etapa do processo. A metodologia SHERPA é usada para identificar e mitigar erros humanos em vários setores, incluindo pequenas empresas, e é muito eficaz em locais em que estes erros podem levar a consequências significativas, como em distribuidoras de produtos químicos. Sua aplicação pode aumentar a confiabilidade do processo e reduzir os custos associados a erros.

Diretamente ligada à metodologia HTA, a SHERPA auxilia na identificação e redução dos erros humanos que são causados pelas atividades, implementando estratégias para evitá-los. Os erros podem ser categorizados por áreas, facilitando que as organizações possam avaliar e melhorar suas práticas de gerenciamento, cultura organizacional e projetos de sistema (PETERSEN, 1982). Conforme descrito por Stanton *et al*. (2005) e apresentado na Figura 1, o SHERPA utiliza uma taxonomia comportamental estruturada que classifica os erros humanos em cinco categorias principais: Erros de Ação, Erros de Verificação, Erros de Recuperação, Erros de Comunicação e Erros de Seleção. Esta taxonomia permite identificar sistematicamente os modos de erro potenciais associados a cada etapa de uma tarefa (STANTON *et al*., 2005).

Erros de Ação	Erros de Checagem	Erros de Comunicação
A1 Operação muito longa/curta	C1 Checagem omitida	I1 Informação não comunicada
A2 Operação com tempo mal calculado	C2 Checagem incompleta	I2 Informação errada comunicada
A3 Operação na direção errada	C3 Checagem correta em objeto errado	I3 Comunicação incompleta de informação
A4 Operação de mais ou de menos	C4 Checagem errada em objeto certo	**Erros de obtenção**
A5 Desalinhamento	C5 Checagem com tempo mal calculado	R1 Informação não obtida
A6 Operação correta em objeto errado	C6 Checagem errada em objeto errado	R2 Informação errada obtida
A7 Operação errada em objeto certo	**Erros de Seleção**	R3 Obtenção incompleta de informação
A8 Operação omitida	S1 Seleção omitida	
A9 Operação incompleta	S2 Seleção errada	
A10 Operação errada em objeto errado		

Figura 1. Codificação conforme tipo de erro. Traduzido de Stanton et al. (2005)

O método SHERPA é realizado a partir de uma Análise Hierárquica de Tarefas (HTA), aplicando a taxonomia de erros a cada etapa inferior da tarefa analisada (STANTON *et al.,* 2005). Para cada erro identificado, deve-se determinar cinco dimensões críticas: o modo do erro, classificado segundo a taxonomia acima; a consequência do erro para o sistema; a recuperação, indicando se existe uma etapa posterior na HTA onde o erro pode ser detectado e corrigido (sim ou não); a probabilidade de ocorrência do erro, classificada em baixa, média ou alta; e a criticidade, que avalia as consequências, representada por "!" (STANTON *et al.,* 2005). Esta estrutura permite, não apenas identificar potenciais erros humanos de forma proativa, mas também priorizá-los segundo sua probabilidade e criticidade, direcionando os esforços de prevenção para os pontos mais vulneráveis do sistema.

Ao associar as três metodologias, sendo o BPMN para mapear o fluxo geral dos processos organizacionais, a HTA para decompor hierarquicamente as tarefas em cada etapa do processo, e a SHERPA para identificar e mitigar sistematicamente os erros humanos potenciais, é possível configurar um fluxograma de processos que visa diminuir os possíveis erros e aumentar a segurança das distribuidoras de produtos químicos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Descrição do cenário

As pequenas empresas são normalmente definidas por seu tamanho, que pode incluir o número de funcionários e os limites de receita. No Brasil, a Lei Geral da Pequena Empresa estabelece definições com base no faturamento anual da empresa. Para o Sebrae (2019), empresas do setor de comércio são classificadas conforme o número de funcionários, por ser difícil apurar pela faixa de faturamento, assim >9 sendo microempresa, 10 a 49 como pequena empresa, 50 a 99 como média empresa e <100 como grande empresa e é esta a classificação utilizada neste artigo. O estudo de caso foi conduzido em uma pequena empresa familiar

localizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, especializada na distribuição de produtos químicos para diversos setores industriais.

A empresa, com um quadro de 6 funcionários, 2 sócios e 5 vendedores externos, opera há 35 anos no mercado e atua como distribuidora exclusiva no estado na linha de tratamento de superfície da multinacional alemã Henkel. Destaca-se como especialista no fornecimento de produtos para tratamento de superfície metálica, adesivos, selantes, tratamento de efluentes e produtos auxiliares para atividades industriais, trabalhando com as marcas Bonderite, Loctite e Teroson. O portfólio de tratamento de superfície inclui desengraxantes (alcalinos, neutros e ácidos) para limpeza e remoção de oleosidades, decapantes à base de ácidos fortes (sulfúrico, clorídrico e fosfórico) para remoção de óxidos, e fosfatizantes (fosfato de ferro, zinco, tricatiônico e manganês) para melhorar a aderência de tintas e resistência à corrosão. A empresa também comercializa produtos baseados em nanotecnologia com hexafluorzircônio, a linha Loctite/Teroson de adesivos de alta performance e vedantes, além de soluções para tratamento de efluentes incluindo coagulantes, floculantes, neutralizantes de pH e precipitadores de metais pesados.

Além da venda de produtos químicos, a empresa conta com um laboratório para o desenvolvimento de métodos de tratamentos efetivos, testes e análises para atingir os parâmetros exigidos pelo órgão ambiental, além de possuir parceiros para a elaboração de projetos na área ambiental. Atualmente, a empresa possui 5 áreas (financeiro, estoque, fracionamento, laboratório e comercial) e utiliza um sistema de ERP para comunicação interna com foco no fluxo do produto. Entretanto, por ser uma empresa pequena e com funcionários que trabalham há anos nela, alguns processos foram criados conforme a demanda diária e atividades de trabalho foram adicionadas sem analisar o cargo e função do colaborador, resultando em processos informais e pouco estruturados.

O fluxo operacional envolve o armazenamento dos produtos em um galpão principal, seguido pelo transporte para outro pavilhão onde é realizado o fracionamento de alguns produtos e até mesmo a criação de novos produtos e, após a diminuição do estoque no pavilhão principal, os produtos retornam ao primeiro galpão para expedição. Diante deste cenário, a gestão da empresa percebeu a necessidade de mapear seus processos para melhorar o controle do estoque e profissionalizar a empresa, visando a diminuição de custos e comunicação assertiva entre os funcionários, especialmente considerando a complexidade logística e os riscos associados ao manuseio de produtos químicos com diferentes níveis de periculosidade.

3.2. Classificação da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso qualitativo, exploratório e descritivo. A abordagem qualitativa se justifica pela necessidade de compreender em profundidade os processos da empresa, considerando o contexto específico da organização familiar e as particularidades do setor químico. O caráter exploratório visa investigar a situação atual dos processos na empresa, identificando gargalos, riscos e oportunidades de melhoria. A natureza descritiva busca detalhar as etapas dos processos, as interações entre os departamentos e os fluxos de materiais e informações.

3.3. Etapas do trabalho

A pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas principais, conforme apresentado na Figura 2 abaixo.

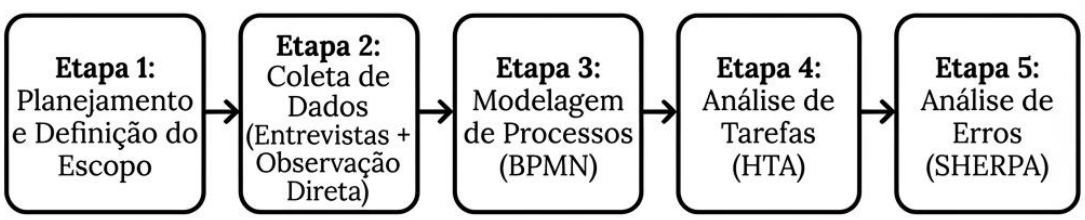


Figura 2. Etapas do trabalho
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

- Planejamento e Definição do Escopo: Nesta etapa inicial, foram definidos os objetivos da pesquisa, o escopo do estudo e as metodologias a serem utilizadas. Foi realizada uma reunião inicial com a gestão da empresa para apresentar a proposta da pesquisa, esclarecer dúvidas e obter a autorização para a coleta de dados.
- Coleta de Dados: A coleta de dados foi realizada por meio de diferentes técnicas, buscando uma visão abrangente dos processos da empresa. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com funcionários das diferentes áreas, que foram criadas em conjunto com orientador da pesquisa e gestão da empresa. A observação direta das atividades operacionais permitiu registrar o fluxo de trabalho e as interações entre os funcionários.
- Modelagem de Processos (BPMN): Com base nos dados coletados e nas análises realizadas, os processos da empresa foram modelados utilizando a notação BPMN. A modelagem permitiu visualizar o fluxo de trabalho, as interações entre os departamentos e os pontos críticos do processo. O modelo serviu como base para a proposição de melhorias e a otimização dos processos.

- Análise de Tarefas (HTA): Utilizando a metodologia HTA, as tarefas complexas foram decompostas em subtarefas mais simples, permitindo uma análise detalhada de cada etapa do processo. Essa decomposição facilitou a identificação de potenciais erros humanos e a compreensão das interdependências entre as atividades.
- Análise de Erros (SHERPA): A metodologia SHERPA foi plicada para analisar os potenciais erros humanos identificados na etapa anterior. Foram avaliadas as probabilidades de ocorrência dos erros, suas consequências e as medidas de mitigação existentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta o trabalho e resultados obtidos através do mapeamento das atividades rotineiras de uma distribuidora de produtos químicos, objeto deste estudo. A análise foi realizada utilizando as metodologias HTA (Hierarchical Task Analysis), SHERPA (Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach) e mapeou-se os processos através do BPMN (Business Process Model and Notation), conforme descrito nos procedimentos metodológicos. Buscou-se aprimorar a gestão organizacional, identificando gargalos e ineficiências, e propor-se melhorias para otimizar o fluxo do trabalho.

4.1. Caracterização da empresa e contexto

A organização opera com uma estrutura enxuta e de gestão familiar, conforme apresentado na Figura 3. Os dois sócios concentram as principais decisões estratégicas e operacionais, sendo apoiados por um gerente geral responsável pela gestão operacional. A estrutura se subdivide em três áreas principais: Comercial, com cinco vendedores externos responsáveis por prospecção, vendas, atendimento e pós-venda; Administrativo e Financeiro, com dois colaboradores responsáveis pelo sistema ERP, controle financeiro, compras e faturamento; e Operacional, dividida entre Laboratório (um colaborador dedicado a análises, testes, laudos e controle de qualidade) e Estoque e Fracionamento (dois colaboradores responsáveis por recebimento, conferência, armazenagem, fracionamento e expedição).

Segundo o gerente administrativo, a empresa cresceu organicamente e os processos operacionais diários foram criados conforme a necessidade, sem uma estruturação prévia, resultando no acúmulo de múltiplas responsabilidades aos funcionários internos. Essa é uma característica típica de empresas familiares e de pequeno porte: escassa documentação e procedimentos não padronizados, o que resulta em vulnerabilidade no negócio em momentos de mudança, já que a operação depende fortemente do conhecimento tácito dos colaboradores. A empresa utiliza um sistema ERP básico para o controle de fluxo de produtos, gestão financeira

e administrativa, complementado pela comunicação verbal e via WhatsApp entre os funcionários, evidenciando a informalidade dos processos de comunicação interna.

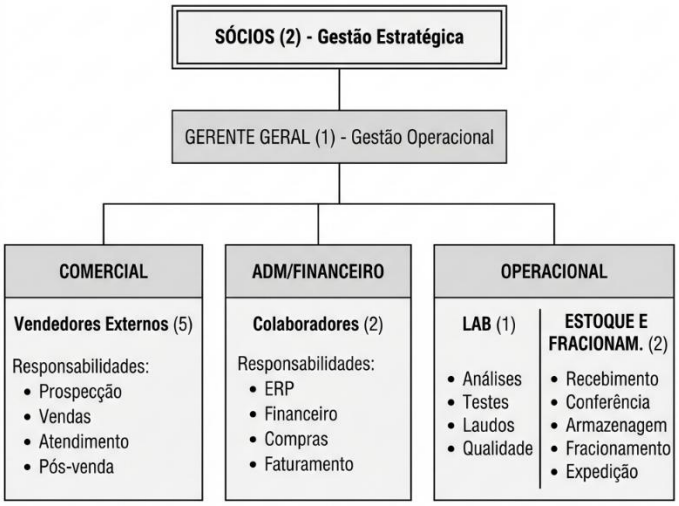


Figura 3. Estrutura organizacional da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2. Mapeamento e análise dos processos

O mapeamento dos processos operacionais foi realizado por meio de múltiplas técnicas de coleta de dados, incluindo observações diretas no local, entrevistas semiestruturadas individuais com representantes-chave de cada área funcional, análise de documentos internos e consulta ao sistema de gestão empresarial. As entrevistas foram conduzidas com cinco colaboradores estrategicamente selecionados: o gerente operacional, um funcionário do laboratório, um funcionário do fracionamento, um funcionário do estoque e um funcionário da área administrativo-financeira. O roteiro de entrevista semiestruturada desenvolvido para este fim encontra-se no APÊNDICE A. Esta abordagem combinada permitiu documentar de forma integrada o fluxo completo do produto de maior faturamento da empresa, a Base S, compreendendo todas as etapas desde a entrada de matéria-prima até a expedição ao cliente final. A Figura 4 e Figura 5 apresentam o fluxograma simplificado dos processos mapeados, evidenciando as principais operações e as conexões entre os departamentos envolvidos.

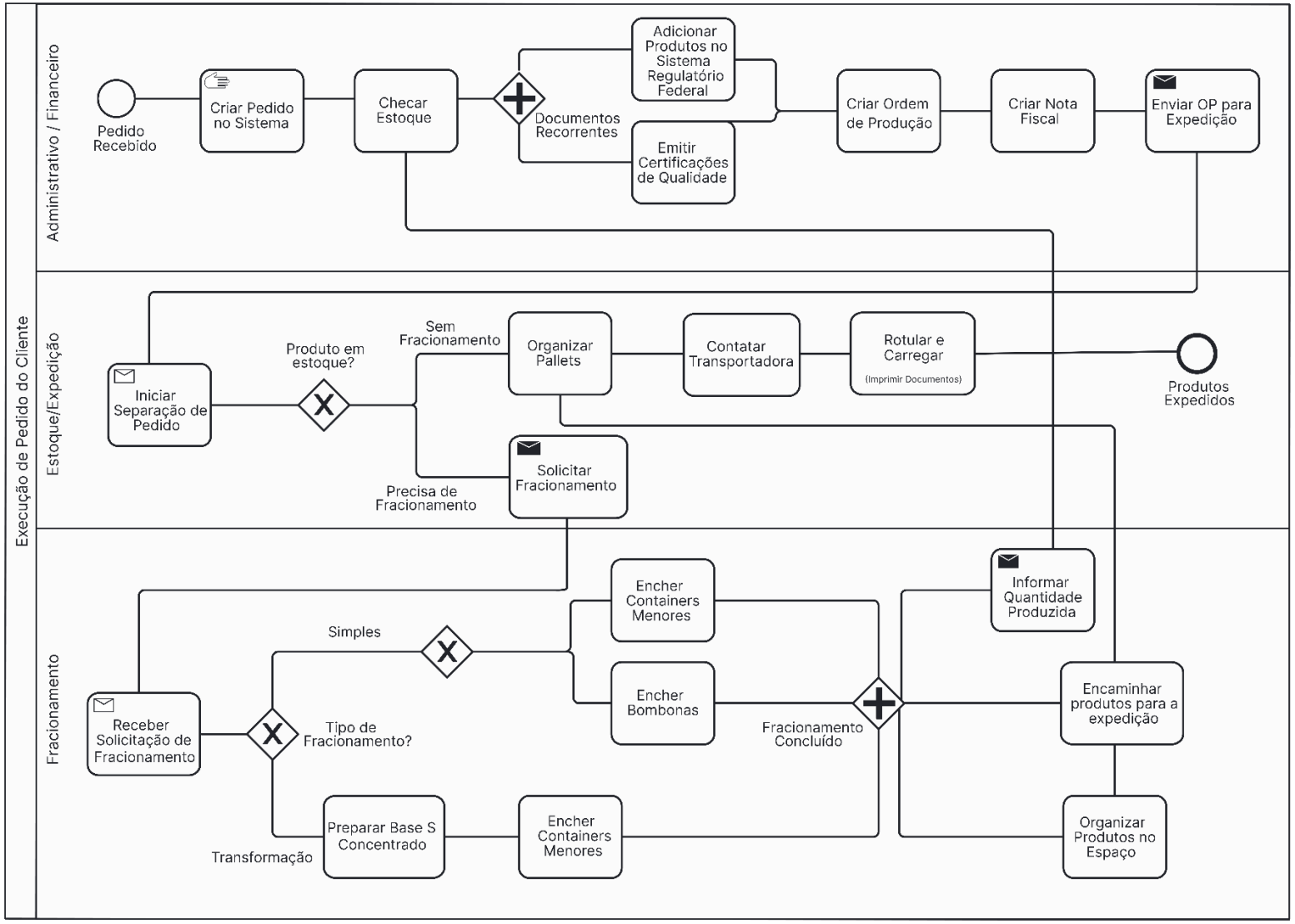


Figura 4. Fluxograma dos principais processos operacionais mapeados
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

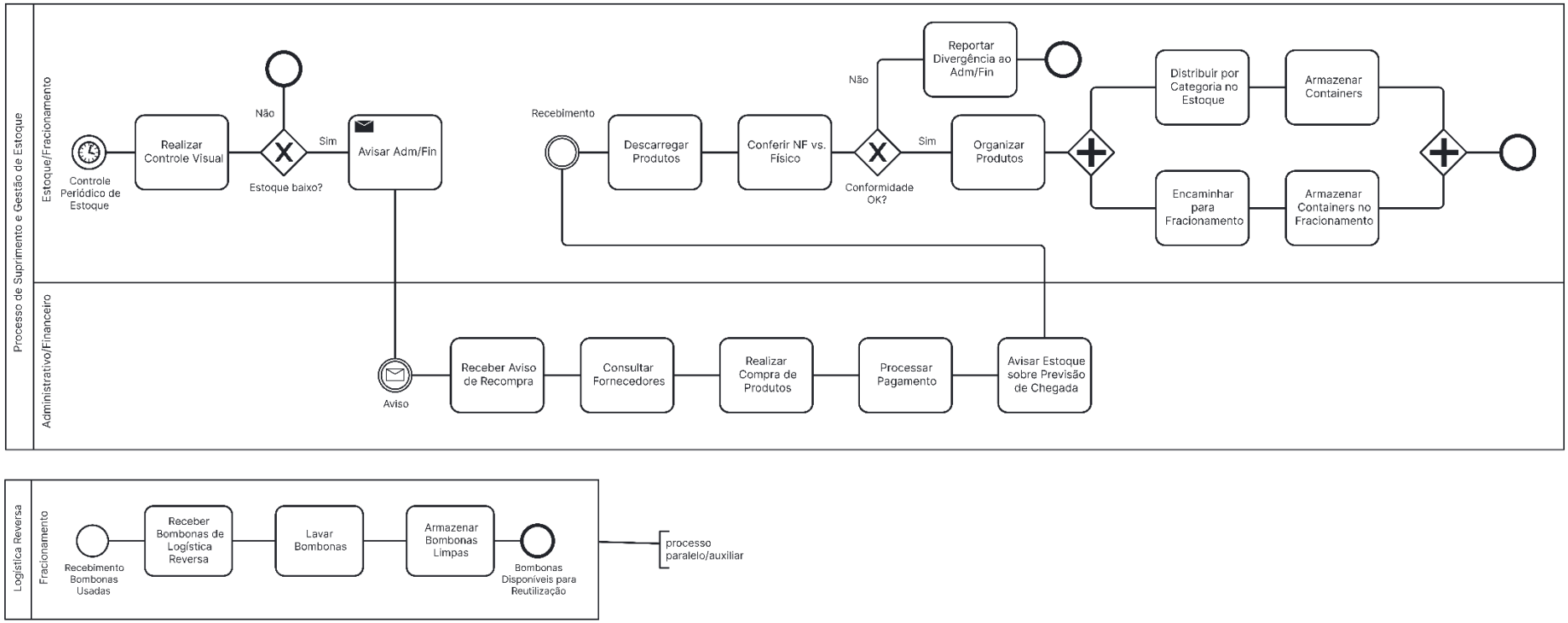


Figura 5 Processo de recebimento de produtos e embalagens da logística reversa
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O processo operacional inicia-se no departamento Administrativo/Financeiro com o recebimento de pedidos de clientes via múltiplos canais, como email, WhatsApp e telefone. Os dados são registrados no sistema ERP, plataforma centralizada que controla custos, disponibilidade de estoque e todas as movimentações de produtos. Após o registro do pedido no sistema, realiza-se a checagem de estoque para verificar a disponibilidade dos produtos solicitados. Em paralelo, quando há necessidade de documentos recorrentes, o departamento adiciona os produtos no sistema regulatório federal e emite certificações de qualidade, garantindo conformidade com as exigências legais antes de prosseguir com a venda. Concluídas essas verificações, são criadas a Ordem de Produção e a Nota Fiscal, gerando a documentação necessária para que o processo de separação e expedição seja posteriormente acionado. Além do processo de vendas, o Administrativo/Financeiro gerencia contas a receber e pagar, mantendo o controle financeiro completo da operação.

O controle de estoque opera de forma integrada entre os departamentos, baseando-se principalmente na observação visual dos níveis de produtos armazenados nos pavilhões. Quando o operador identifica visualmente a redução nos volumes, comunica o responsável do Estoque/Expedição (se a redução é no pavilhão de Fracionamento) ou o próprio Administrativo/Financeiro sobre a necessidade de reposição de matéria-prima. Esta comunicação, realizada pessoalmente ou por telefone, aciona o processo de compra no departamento administrativo. Inicia-se então a consulta a fornecedores, levantando opções e condições comerciais, seguida pela formalização do pedido de compra. Após a confirmação do pedido e processamento do pagamento, o Administrativo/Financeiro avisa o setor de Estoque/Expedição sobre a previsão de chegada dos produtos.

O Estoque/Expedição constitui o ponto de entrada física dos produtos, localizado no mesmo pavilhão do restante da empresa. Ao receber as notas fiscais do fornecedor, o operador realiza conferência das quantidades entregues, descarrega a carga utilizando empilhadeira e organiza os produtos por categoria nas prateleiras, informando ao Administrativo/Financeiro para lançamento no sistema. Esta verificação garante que o material recebido corresponde exatamente ao pedido realizado. Caso seja identificada alguma divergência durante a conferência física versus nota fiscal, o operador reporta imediatamente a inconsistência ao Administrativo/Financeiro, que realiza as devidas tratativas junto ao fornecedor. Quando a conformidade é confirmada, o operador prossegue com a organização dos produtos, distribuindo-os por categoria no estoque e, quando necessário, encaminhando parte para o

Fracionamento, único departamento localizado em um pavilhão exclusivo, ao lado do restante da empresa.

O departamento de Fracionamento recebe containers de grande volume (1.400 kg ou 700 kg) e realiza duas operações principais: o fracionamento com transformação e o fracionamento simples. No fracionamento com transformação, exemplificado pela produção da Base S, produto de maior faturamento da empresa, o processo envolve a diluição de ácido sulfúrico concentrado em containers de menor volume. Esta operação utiliza materiais e equipamentos de laboratório, requerendo aproximadamente 24 horas para resfriamento completo do produto. O operador deve medir com precisão os ingredientes, adicionar os componentes na ordem correta conforme fórmula estabelecida e monitorar cuidadosamente a temperatura da mistura, garantindo a qualidade final do produto transformado.

Já no fracionamento simples, produtos como Bioflock, Cloreto Férrico e Sulfato de Alumínio são transferidos de containers de grande volume para bombonas de menor capacidade, conforme especificações dos pedidos de clientes. Independentemente do tipo de fracionamento, em ambas as operações o operário utiliza empilhadeira para movimentação de cargas e, ao concluir o processo, organiza os produtos fracionados no espaço de armazenamento. Após finalizar, o operador informa ao Administrativo/Financeiro o nome do produto e a quantidade fracionada, permitindo a atualização do estoque de produtos acabados no sistema ERP. Esta comunicação é feita pessoalmente ou telefonema.

O armazenamento nos dois pavilhões, tanto no Estoque/Expedição quanto no Fracionamento, funciona segundo o método FIFO *(First In, First Out),* sistema de rotação que determina que os produtos com entrada anterior sejam os primeiros a ser processados ou expedidos, garantindo rotação adequada do estoque e reduzindo o risco de obsolescência ou deterioração de materiais.

Paralelamente às operações principais de fracionamento, o Fracionamento também recebe bombonas provenientes de logística reversa, ou seja, embalagens devolvidas por clientes. Estas bombonas são submetidas a processo completo de limpeza utilizando equipamentos adequados e, após higienizadas, são armazenadas em local apropriado, ficando disponíveis para reutilização em futuros fracionamentos.

A separação dos pedidos e expedição são conduzidas pelo responsável do Estoque/Expedição. As atividades iniciam-se com o recebimento das Ordens de Produção vindas do Administrativo/Financeiro, normalmente até meio-dia. O operador então localiza os itens em estoque utilizando seu conhecimento da organização física do armazém e realiza a

separação dos produtos conforme o pedido. Durante esta etapa, caso identifique a necessidade de produtos que ainda não foram fracionados, comunica-se diretamente com o departamento de Fracionamento através de contato pessoal ou telefone, solicitando o fracionamento sob demanda específica do cliente.

Após a separação completa dos itens, o operador organiza os produtos em pallets e realiza a conferência quantitativa. Em seguida, executa a rotulagem dos produtos através da impressão de etiquetas, nota fiscal e certificados, utilizando o sistema ERP integrado às impressoras. Após a preparação completa do pedido, o responsável contata a transportadora via telefone para agendamento da retirada, realiza uma conferência final e, utilizando empilhadeira, efetua o carregamento dos caminhões. Na maioria dos casos, os produtos são expedidos no mesmo dia da emissão da ordem de produção; exceções ocorrem quando há pedidos muito volumosos que demandam mais tempo de separação e preparação.

Além dessas operações principais, a empresa conta com um Laboratório que realiza três atividades: a primeira é a produção de reagentes para comercialização, particularmente Hidróxido de Sódio 0,1N, que após produzido tem sua quantidade informada ao Administrativo/Financeiro para adição ao estoque disponível para venda. A segunda atividade engloba testes de conformidade para clientes, incluindo análises de banhos industriais, efluentes ambientais, corrosão por névoa salina e medições de peso de camada. A terceira consiste na preparação de amostras para análise externa, quando necessário envio a laboratórios parceiros para análises mais complexas. O controle de todas as amostras recebidas e processadas é realizado através de planilha compartilhada em ambiente de armazenamento em nuvem.

4.3. Análise hierárquica de tarefas (HTA) e Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)

A *Hierarchical Task Analysis* (HTA) foi aplicada para decompor os processos mapeados em estruturas hierárquicas de tarefas, identificando quais conhecimentos são exigidos em cada operação e em que pontos o processo depende da experiência individual dos operadores. A análise estruturou-se a partir do fluxo completo do produto Base S, desde o recebimento do pedido até a expedição, abrangendo compra e reposição de estoque. A Figura 6 apresenta a decomposição hierárquica das onze operações principais, desdobradas em subprocessos, permitindo visualizar as interdependências entre departamentos e a progressão das tarefas.

Departamento	ID	Operação	Ferramenta Comunicação
Adm/Fin	1	**Recebimento de Pedido de cliente** Esquema: 1.1→1.2→1.5→1.6||1.3||1.4	Whatsapp/email/telefone
		1.1 Criação do pedido no sistema	ERP
		1.2 Checagem de estoque	ERP
		1.3 Adicionar produtos no sistema regulatório federal	Site federal
		1.4 Emitir certificações de qualidade	ERP
		1.5 Criação de Ordem de Produção	ERP/papel
		1.6 Criação de Notal Fiscal	ERP/papel
	2	**Compra de Produtos**	email/telefone
		2.1 Pagamento	ERP
ESTOQUE FRACIONAMENTO	3	**Recebimento de produtos** Esquema: 3.1→3.2→3.3→3.3.1||3.3.2→3.4	
		3.1 Descarregamento	
		3.2 Conferência	Comparação NF vs. físico
		3.3 Organização produtos	
		3.3.1 Distribuição por categoria	
		3.3.2 Encaminhar para fracionamento	Experiência acumulada
		3.4 Armazena containers	
ESTOQUE FRACIONAMENTO	4	**Controle de estoque** Esquema: 4.1||4.2	Visual
		4.1 Avisar sobre recompra	Contato pessoal
		4.2 Fracionamento	Contato pessoal
FRACIONAMENTO	5	**Fracionamento simples** Esquema: 5.1→5.1.1||5.2→5.3→5.4→5.5	
		5.1 Dividir Containers grandes (1.400 kg)	
		5.1.1 Encher Containers menores (700 kg cada)	
		5.2 Encher bombonas	
		5.3 Avisar que começou fracionamento	Contato pessoal/telefone
		5.4 Organizar produtos no espaço	Prática empírica
		5.5 Informar quantidade produzida	Contato pessoal/papel
	6	**Fracionamento com transformação (base s)** Esquema: 6.1→6.1.1→6.1.2→6.1.3→5.1.1→5.4→5.5	
		6.1 Preparar Base S concentrado	Experiência acumulada
		6.1.1 Medir com precisão	
		6.1.2 Adicionar ingredientes em ordem correta	Memória do operador/fórmula
		6.1.3 Monitorar temperatura da mistura	Experiência acumulada
	7	**Receber bombonas de logística reversa** Esquema: 7.1→7.2	
		7.1 Lavar bombonas	Experiência acumulada
		7.2 Armazenar bombonas limpas	
ESTOQUE	8	**Separação e expedição** Esquema: 8.1→8.2→8.3.1||8.3.2→8.5→8.4	
		8.1 Receber OP	Documento impresso
		8.2 Localizar itens em estoque	Memória do operador
		8.3 Separação de produtos	
		8.3.1 Organizar pallets	
		8.3.2 Pedido de fracionamento	Contato pessoal/telefone
		8.4 Contato com transportadoras	Telefone
		8.5 Rotulagem e carregamento	Experiência acumulada
		8.5.1 Impressão etiquetas	ERP/Impressora
		8.5.2 Impressão Nota Fiscal	ERP/Impressora
		8.5.3 Impressão de certificados	ERP/Impressora

Figura 6. Detalhamento operacional da tarefa no formato HTA
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A aplicação da HTA evidenciou que a comunicação entre os setores Administrativo/Financeiro, Estoque e Fracionamento ocorre predominantemente através de canais informais ou sistemas fragmentados. Durante o fracionamento, a decisão de iniciar a transformação baseia-se na percepção visual do operador sobre a diminuição do estoque, sem comunicação prévia formal e sem protocolo para avaliação da necessidade. Esta prática, embora baseada na experiência histórica, não considera análises sistemáticas sobre demanda real ou mudanças no perfil de clientes.

Agrava-se o problema pelo fato de que o registro da transformação no sistema ERP ocorre apenas após a conclusão do fracionamento, gerando defasagem temporal nas informações sobre disponibilidade de produtos primários. Esta inversão do fluxo informacional cria situações em que pedidos são processados com base em dados desatualizados, resultando em descoberta tardia da indisponibilidade e consequente atraso na entrega. A ausência de mecanismos de controle mostra-se particularmente problemática considerando que os produtos químicos comercializados possuem mercados restritos e, uma vez fracionados, apresentam dificuldades de comercialização caso o cliente original deixe de realizar pedidos.

A análise revelou dependência crítica do conhecimento tácito dos operadores durante as operações de fracionamento, definido como conhecimento altamente pessoal e difícil de formalizar, baseado nas ações e experiências de um indivíduo (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Exemplifica essa dependência a operação 5.4 (Organizar produtos no espaço), na qual produtos fracionados permanecem sem rotulagem adequada, dependendo exclusivamente da memória dos operadores para identificação. A ausência de procedimentos formais na transmissão desses conhecimentos entre trabalhadores representa uma fragilidade organizacional, especialmente considerando a importância da padronização das atividades para melhoria da eficácia e funcionamento dos processos. Estruturas organizacionais que não formalizam esses procedimentos dificultam a comunicação entre departamentos e a rastreabilidade adequada dos produtos (LEMOS *et al.*, 2012), não só dificultando a execução de tarefas subsequentes, mas também impedindo o estabelecimento de mecanismos de controle eficientes.

Embora a HTA tenha mapeado a estrutura hierárquica das tarefas e revelado os pontos onde a operação depende do conhecimento tácito e da comunicação informal, esta metodologia não indica, por si só, quais serão os prováveis erros humanos que podem ocorrer nestes pontos críticos (STANTON *et al.*, 2005, p. 51). Para analisar os modos de falha associados às fragilidades identificadas, foi aplicada a metodologia SHERPA (*Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach*), técnica de *Human Error Identification* (HEI) que permite

prever onde e como os operadores podem cometer erros, bem como os fatores que contribuem para sua ocorrência (STANTON *et al*., 2005).

A análise SHERPA, apresentada no ANEXO A, concentrou-se nas operações críticas identificadas pela HTA: fracionamento, identificação de produtos, comunicação entre departamentos e gestão de estoque. Identificaram-se 81 potenciais erros humanos que têm impacto significativo no sistema, concentrados principalmente em Erros de Ação (40 ocorrências), o que demonstra que a maior vulnerabilidade está em falhas na execução de tarefas, como procedimentos inadequados, falta de automação e dependência do operador. A Figura 7 apresenta a distribuição dos erros segundo as cinco categorias da taxonomia SHERPA.

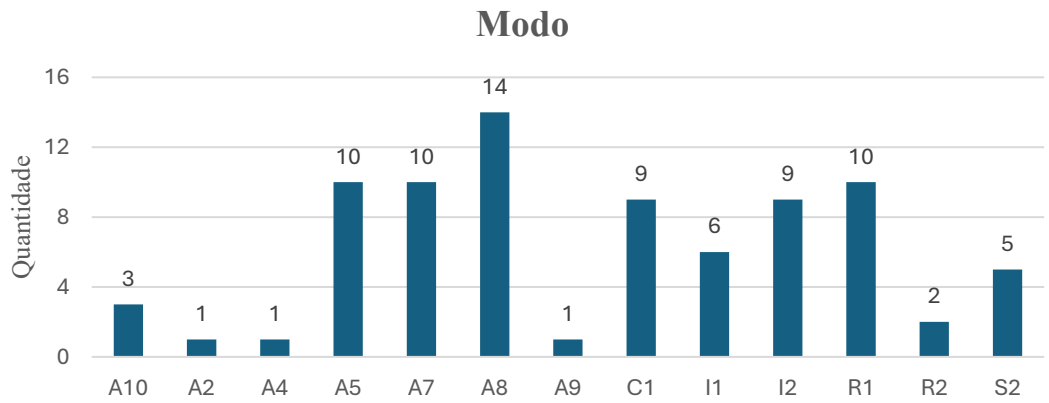


Figura 7. Distribuição dos 81 erros identificados segundo as cinco categorias de erro definidas pela taxonomia SHERPA
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Conforme a metodologia SHERPA, a recuperação indica se existe uma etapa posterior no fluxo de tarefas onde o erro poderia ser detectado e corrigido. A análise identificou 15 erros para os quais não há possibilidade de recuperação, constituindo erros críticos que incluem falhas de posicionamento incorreto de containers, omissão de verificações de segurança, formulação errada e carregamento instável. Todos esses erros apresentam impacto direto e irreversível sobre o sistema.

Adicionalmente, identificaram-se 32 erros de alta probabilidade que representam problemas estruturais com causas raízes comuns: (i) fracionamento sem atualização do ERP; (ii) ausência de layout escrito; (iii) falta de sistema Kanban visual; (iv) ausência de catalogação de produtos; (v) falta de consulta de demanda; e (vi) inexistência de layout de localização. Embora esses erros ocorram regularmente, sua eliminação requer investimento mínimo por meio de documentação visual e integração de sistemas. A Figura 8 apresenta a matriz de probabilidade e recuperação dos erros analisados.

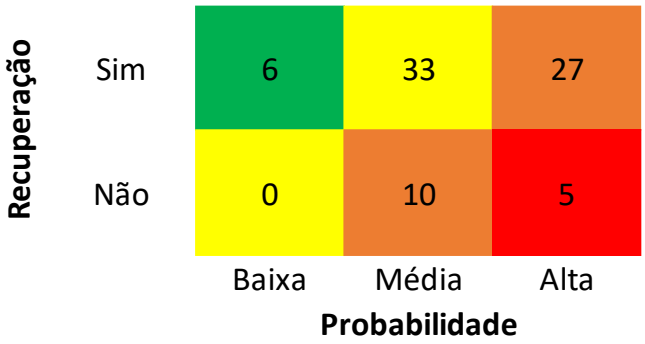


Figura 8. Matriz de probabilidade e recuperação dos erros analisados na SHERPA
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.4. Discussões e melhorias

A pesquisa corrobora a literatura sobre gestão em PMEs ao confirmar que empresas familiares com estruturas enxutas dependem fortemente de conhecimento tácito e comunicação informal. Forth & Bryson (2019) e McKenzie & Woodruff (2016) demonstram empiricamente que PMEs em países em desenvolvimento usam menos práticas formais, frequentemente por restrições financeiras, gerando inconsistências operacionais. Este estudo valida essa constatação: dos 81 erros identificados pela análise SHERPA, 40 são erros de ação, refletindo falhas na execução em vez de detecção. A dependência de comunicação informal (*WhatsApp*, telefone) entre setores—especialmente na decisão de fracionamento sem consultar demanda real—exemplifica o problema de transferência de conhecimento tácito não formalizado descrito por Nonaka & Takeuchi (1997) e Lemos *et al.* (2012). Porém, conforme observado por Cagliano *et al.* (2001) em seu estudo internacional com pequenas empresas, a ausência de documentação formal não implica necessariamente em desempenho operacional inferior quando existem mecanismos de verificação integrados ao contexto local. A empresa operou 35 anos com comunicação informal, mas com verificação dupla integrada (dupla conferência entre setores), sugerindo que Reason (1990) e Dekker (2014) estão corretos ao argumentar que erros humanos não são inevitáveis apenas por informalidade, mas resultado de múltiplos fatores sistêmicos.

Diferentemente de estudos genéricos sobre PMEs, a aplicação de HTA + SHERPA neste contexto revelou que as falhas primárias não são técnicas, mas comunicacionais e estruturais, confirmando a premissa de Mishra & Mishra (2009) de que a melhoria de processos em PMEs deve focar em pontos de baixo investimento com alto impacto. Com base nos resultados da análise, foram propostas melhorias de processo organizadas em quatro eixos estratégicos, apresentadas na Figura 9: Padronização e Visibilidade, Integração de Sistemas, Redundância e Controle, e Capacitação e Cultura.

Eixo Estratégico	Ações Propostas	Impacto	Prioridade
Padronização e Visibilidade	Layout visual com coordenadas; rotulagem obrigatória de fracionados; Kanban visual com cores para reabastecimento crítico	Elimina 11 erros de alta probabilidade (R1, C1, A7, A4, A8); reduz necessidade de comunicação informal	ALTA
Integração de Sistemas	Protocolo formal com confirmação de leitura para avisos de fracionamento; bloqueio automático no ERP sem atualização em tempo real; consulta obrigatória de demanda antes de iniciar transformações	Reduz 15 erros de críticos; reduz necessidade de comunicação informal; maior controle de estoque	ALTA
Redundância e Controle	Dupla verificação de peso em diluições críticas; checklist de segurança obrigatório pré-movimentação de containers; cadastro visual com códigos de cores padronizados	Transforma 7 erros críticos sem recuperação em eventos com mecanismos de detecção; aumenta conformidade regulatória	ALTA
Capacitação e Cultura	Onboarding com layout plastificado; treinamento em química de processos; auditorias de conformidade FIFO/FISPQ; engajamento em mudança de cultura empírica para orientada por dados	Reduz retrabalho e custos ocultos; prepara organização para futuras implementações de BI	MÉDIA

Figura 9. Propostas de Melhoria nos processos de fluxo de produtos
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A priorização das ações baseia-se na relação entre impacto sobre os erros críticos e investimento requerido. Entre as três categorias de alta prioridade, recomenda-se iniciar pela Integração de Sistemas, que reduz diretamente os 15 erros críticos sem recuperação identificados. O bloqueio automático no ERP sem atualização em tempo real e a consulta obrigatória de demanda antes de transformações eliminam a inversão do fluxo informacional que gera as maiores consequências operacionais irreversíveis. Em seguida, deve-se implementar Padronização e Visibilidade, eixo que elimina 11 dos 32 erros de alta probabilidade (R1, C1, A7, A4, A8), reduzindo drasticamente a dependência de comunicação informal. Por fim, a Redundância e Controle transforma 7 erros críticos sem recuperação em eventos detectáveis através de dupla verificação de peso em diluições críticas e checklist de segurança pré-movimentação, criando barreiras de segurança adicionais.

Embora classificada como prioridade média, Capacitação e Cultura constitui elemento fundamental para sustentabilidade das melhorias implementadas, preparando a organização para transição de cultura empírica para cultura orientada por dados. Esta sequência de implementação permite obter ganhos imediatos nos pontos mais críticos (erros irreversíveis)

enquanto constrói progressivamente as capacidades organizacionais necessárias para manutenção e evolução contínua do sistema de gestão de processos.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi mapear os processos de entrada, manuseio, estoque e saída de produtos químicos em uma distribuidora especializada em tratamento de superfícies metálicas e efluentes, identificando gargalos operacionais e propondo melhorias para otimizar a gestão organizacional. Para atingir esse objetivo, foram analisados os fluxos de materiais e informações, mapeadas as atividades dos trabalhadores e as interações entre os diferentes departamentos envolvidos, mediante aplicação integrada das metodologias *Business Process Model and Notation* (BPMN), *Hierarchical Task Analysis* (HTA) e *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA).

A análise integrada dos processos demonstrou a existência de vulnerabilidades estruturais significativas ao longo de todo o fluxo mapeado, manifestadas através da dependência de conhecimento tácito, comunicação informal entre departamentos e ausência de padronização nas operações. A aplicação do BPMN permitiu visualizar o fluxo completo desde o recebimento de pedidos até a expedição, evidenciando que a comunicação entre os setores Administrativo/Financeiro, Estoque e Fracionamento ocorre predominantemente por canais informais (*WhatsApp*, telefone, contato pessoal). A decomposição hierárquica através do HTA revelou 11 operações principais, desdobradas em suboperações que explicitam pontos críticos onde a operação depende exclusivamente da memória e experiência dos operadores, como na operação 5.4 (Organizar produtos no espaço) onde produtos fracionados permanecem sem rotulagem adequada.

A análise SHERPA identificou 81 erros humanos potenciais, dos quais 15 constituem erros críticos sem possibilidade de recuperação. Estes erros apresentam impacto direto e irreversível sobre o sistema e concentram-se principalmente nas operações de movimentação e segurança: (i) posicionamento incorreto de containers nas garras da empilhadeira durante movimentação no recebimento (operação 3.4-A7) e no fracionamento (operação 5.1-A7), com risco de queda e impacto ambiental; (ii) omissão de verificação de segurança antes de movimentar containers (operação 4.1-C1); (iii) empilhamento perigoso de produtos no espaço de armazenamento (operação 5.4-A7); (iv) falha na verificação de adequação do espaço de armazenamento (operação 5.4-C1); (v) adição de ingrediente errado durante fracionamento com transformação (operação 6.1-A10), tornando o produto inutilizável ou potencialmente tóxico; (vi) adição de ingredientes em ordem incorreta na formulação da Base S (operação 6.1-A4),

causando reação química inadequada; (vii) posicionamento inadequado de bombonas na logística reversa (operação 7.1-A7); (viii) retirada de produto de local errado durante separação (operação 8.2-A7); (ix) organização instável de *pallets* (operação 8.3.1-A7); (x) carregamento instável de containers no caminhão (operação 8.5-A7); (xi) omissão de verificação de condições de segurança no carregamento (operação 8.5-C1); e (xii) não impressão de nota fiscal (operação 8.5.2-A8), impedindo legalmente a saída do produto. Estes erros, quando ocorrem, não podem ser detectados ou corrigidos em etapas posteriores do fluxo, resultando em consequências que vão desde acidentes ocupacionais graves até não conformidade legal e ambiental.

Adicionalmente, identificaram-se 32 erros de alta probabilidade que representam problemas estruturais com causas raízes comuns, incluindo fracionamento sem atualização do ERP em tempo real (operação 5.3), ausência de layout escrito para localização de produtos (operações 3.3.1 e 8.2), falta de sistema Kanban visual para sinalização de reabastecimento crítico (operação 4.1), ausência de catalogação visual de produtos (operação 8.2) e falta de consulta de demanda antes de iniciar transformações (operação 5.2). A concentração de 40 erros na categoria Erros de Ação indica que as maiores vulnerabilidades se localizam na execução de tarefas, devido a procedimentos inadequados, ausência de automação e dependência excessiva de operadores específicos.

As melhorias propostas, organizadas em quatro eixos estratégicos (Padronização e Visibilidade, Integração de Sistemas, Redundância e Controle, e Capacitação e Cultura), foram priorizadas segundo a relação entre impacto sobre os erros críticos e investimento requerido. Recomenda-se iniciar pela Integração de Sistemas, que reduz diretamente os 15 erros críticos através de bloqueio automático no ERP sem atualização em tempo real, consulta obrigatória de demanda antes de transformações e protocolo formal com confirmação de leitura para avisos de fracionamento. Em seguida, deve-se implementar Padronização e Visibilidade, eixo que elimina 11 dos 32 erros de alta probabilidade mediante layout visual com coordenadas, rotulagem obrigatória de produtos fracionados e sistema *Kanban* visual com cores para reabastecimento crítico. Por fim, a Redundância e Controle transforma 7 erros críticos em eventos detectáveis através de dupla verificação de peso em diluições críticas, *checklist* de segurança obrigatório pré-movimentação de containers e cadastro visual com códigos de cores padronizados.

Em relação às limitações, o estudo concentrou-se em uma única organização de pequeno porte, impedindo generalizações amplas para todo o setor de distribuição química. Adicionalmente, a análise focou no fluxo do produto de maior faturamento (Base S), não

contemplando a totalidade dos processos e seus detalhes. Pesquisas futuras poderiam expandir esta investigação através de estudos comparativos em diferentes regiões geográficas, análise de empresas familiares versus não-familiares, bem como avaliação do impacto das melhorias propostas após sua implementação. Seria também relevante investigar como tecnologias emergentes como inteligência artificial e IoT podem potencializar a detecção de erros em PMEs, considerando restrições orçamentárias.

A principal contribuição deste artigo é demonstrar que a aplicação combinada de BPMN, HTA e SHERPA constitui uma abordagem viável e de baixo investimento para diagnóstico sistemático de falhas em PMEs, preenchendo lacuna na literatura sobre gestão de processos em empresas familiares de pequeno porte. A identificação detalhada de 15 erros críticos sem recuperação, sua localização específica nas operações e a proposição de soluções de baixo custo diferencia este estudo de abordagens genéricas sobre mapeamento de processos. Os resultados reforçam que a melhoria processual não requer necessariamente investimentos tecnológicos grandiosos, mas sim ações estratégicas focadas em padronização visual, integração de sistemas existentes e protocolos de comunicação formal. A adoção das melhorias sugeridas posiciona a empresa para maior profissionalização, redução de custos operacionais e fortalecimento da competitividade no mercado regulado de distribuição de produtos químicos, garantindo simultaneamente a segurança dos trabalhadores e conformidade regulatória.

6. REFERÊNCIAS

A taxa de sobrevivência das empresas no Brasil - Sebrae. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-taxa-de-sobrevivencia-das-empresas-no-brasil,d5147a3a415f5810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 29 dez. 2024.

Vantagens e desafios na gestão das empresas familiares - Sebrae. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/am/artigos/vantagens-e-desafios-na-gestao-das-empresas-familiares,5d776f10703bd810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 29 dez. 2024.

Aizprua, R., & Cardoso, A. (2020). **A Percepção dos Gestores de uma Empresa Familiar sobre a Utilização do Mapeamento de Processos Organizacionais para a Implementação da Gestão do Conhecimento.** International Journal of Professional Business Review (JPBReview), 5(1), 43-59. doi:http://dx.doi.org/10.26668/businessreview/2020.v5i1.151

CRUZ, R. S. **Um modelo de análise do planejamento e controle da produção em Pequenas e Médias Empresas.** Revista Produção Online, Florianópolis, v. 18, n. 4, p. 1386-1413, 2018.

LADEIRA, M. B. et al. **Os efeitos da abordagem analítica e da gestão orientada para processos sobre o desempenho organizacional de micro e pequenas empresas brasileiras.** Gestão & Produção, v. 23, n. 3, p. 486-502, 2016.

SLACK, N. et al. **Operations and Process Management: Principles and Practice for Strategic Impact**. [s.l: s.n.].

RYBCHUK, A. V. et al. The Methodological Instrumentarium for Managing Business Processes in an Organization. **Business Inform**, 1 jan. 2023.

BIEL, M.; ŚLUSARCZYK, B. **Family Business and Management: Objectives, Theory, and Practice**. New York: Routledge, 2022.

GARVIN, D. A. **Los procesos de organización y dirección**. Harvard Deusto business review, 1999.

HARALDSON, S.; LIND, M. **Dividing Multi-Organizational Businesses into Processes: Capturing Value Creation in Assignment Structures**. 2011.

KLAUS, Peter; MÜLLER, Stefanie (Ed.). **The roots of logistics: A reader of classical contributions to the history and conceptual foundations of the science of logistics**. New York: Springer, 2012.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2019). ***Análise do CAGED***. SEBRAE.

PEDRAZA, J. M. The Micro, Small, and Medium-Sized Enterprises and Its Role in the Economic Development of a Country. **Business and Management Research**, v. 10, n. 1, p. 33, 19 fev. 2021.

Pequenos negócios em números - Sebrae. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 30 dez. 2024.

Defining the Family Business by Behavior - Jess H. Chua, James J. Chrisman, Pramodita Sharma, 1999. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/104225879902300402>. Acesso em: 30 dez. 2024

John, Forth., Alex, Bryson. (2019). **Management practices and SME performance**. Scottish Journal of Political Economy, 66(4):527-558. doi: 10.1111/SJPE.12209

CAGLIANO, R.; BLACKMON, K.; VOSS, C. Small firms under MICROSCOPE: international differences in production/operations management practices and performance. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 12, n. 7, p. 469–482, 1 dez. 2001.

MCKENZIE, D.; WOODRUFF, C. Business Practices in Small Firms in Developing Countries. **Management Science**, 26 jul. 2016.

MISHRA, D.; MISHRA, A. Software process improvement in SMEs: A comparative view. **Computer Science and Information Systems**, v. 6, n. 1, p. 111–140, 2009.

NARUS, J. A.; REDDY, N. M.; PINCHAK, G. L. Key problems facing industrial distributors. **Industrial Marketing Management**, v. 13, n. 3, p. 139–147, 1 ago. 1984.

NR 20 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS. [s.d.].

Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente parte 4: ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). [s.l.] Abnt, 2009. Atual Ficha de Dados de Segurança (FDS) - 2025

DEMING, W. Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

GILBRETH, Frank B.; GILBRETH, Lillian M. **Estudo de movimentos e tempos: projeto e medição do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

TAYLOR, Frederick W. **Princípios de administração científica**. São Paulo: Atlas, 1990.

HAMMER, Michael; CHAMPY, James. **Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution**. New York: Harper Business, 1993.

DAVENPORT, Thomas H. **Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology**. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

RUMMLER, Geary A.; BRACHE, Alan P**. Improving Performance: How to Manage the White Space on the Organization Chart**. San Francisco: Jossey-Bass, 1995.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1994.

ANNETT, J.; DUNCAN, K. D. **Task analysis and training design**. Occupational Psychology, v. 41, n. 3, p. 211-221, 1967.

STANTON, N. A.; STEVENAGE, S. V. **Learning to predict human error: Issues of acceptability, reliability and validity**. Ergonomics, v. 38, n. 11, p. 2146-2163, 1995.

REASON, J. **Human error.** Cambridge university press, 1990.

DEKKER, S. **The field guide to understanding 'human error'**. CRC press, 2014.

RASMUSSEN, J. **Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models**. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, v. SMC-13, n. 3, p. 257-266, 1983.

ANNETT, J. Hierarchical Task Analysis (HTA). Em: **Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods**. [s.l.] CRC Press, 2004.

ANNETT, J.; STANTON, N. A. Research and developments in task analysis. Em: **Task Analysis**. [s.l.] CRC Press, 2000.

PETERSEN, D. **Human-error reduction and safety management**. [s.l.] New York : Garland STPM Press, 1982.

PEREIRA, J. L.; FREITAS, A. P. **Simulation of BPMN Process Models: Current BPM Tools Capabilities**. (Á. Rocha et al., Eds.)New Advances in Information Systems and Technologies. **Anais**...Cham: Springer International Publishing, 2016.

KAZEMZADEH, Y.; MILTON, S. K.; JOHNSON, L. W. Process Chain Network (PCN) and Business Process Modeling Notation (BPMN): A Comparison of Concepts. **Journal of Management and Strategy**, v. 6, n. 1, p. 88, 5 jan. 2015.

Minonne, Clemente & Turner, Geoff. (2012). **Business Process Management—Are You Ready for the Future?.** Knowledge and Process Management. 19. 10.1002/kpm.1388.

LEMOS, Beyza et al. **Fatores relevantes à transferência de conhecimento tácito em organizações.** Gestão & Produção, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 689-704, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/zHqx63HY9Q4mhdX69w7nHyL/?lang=en. Acesso em: 21 nov. 2025.

STANTON, Neville A.; SALMON, Paul M.; WALKER, Guy H.; BABER, Chris; JENKINS, Daniel P. **Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design.** New York: Routledge, 2005.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação.** Rio de Janeiro: Campus, 1997.

7. ANEXO A

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
1.1	I1	Vendedor não comunica venda para administrativo	Administrativo não sabe de venda; compra emergencial necessária; demora na entrega do pedido	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema de CRM integrado Procedimento: Checklist diário de vendas Organizacional: Comunicação obrigatória
1.2	R1	Administrativo não recebe notificação de estoque baixo no sistema	Sem recompra; atraso; possível falta de produto	Sim	Alta		Equipamento: Alertas automáticos por email e SMS Procedimento: Inspeção diária visual Organizacional: Responsabilidade designada
1.2	A8	Fracionamento sem atualizar ERP	Estoque crítico; falta de produtos; compra emergencial necessária; atraso no pedido	Sim	Alta	!	Equipamento: Atualização automática ao finalizar Procedimento: Bloqueio de processo sem atualização Organizacional: KPI de conformidade
3.3.1	R1	Sem layout escrito; operador não sabe onde está	Novo operador demora; dependência operador único	Sim	Alta		Equipamento: Layout visual com fotos e coordenadas Procedimento: Mapa de localização plastificado Treinamento: Onboarding com mapa
3.3.2	A8	Operador não encaminha produto quando deveria	Produto não fracionado; pedido atrasado; insatisfação cliente	Sim	Baixa		Procedimento: Lista de verificação de encaminhamento Equipamento: Sistema de rastreamento Treinamento: Importância da comunicação
3.3.2	A5	Encaminha quantidade incorreta	Desperdício ou falta de produto fracionado	Sim	Baixa		Equipamento: Balança integrada ao sistema Procedimento: Dupla verificação de quantidade Treinamento: Precisão nas medidas
3.4	A2	Move no momento errado (sem coordenação)	Bloqueio de rota; atraso operacional; possível acidente; colisão com pessoa/equipamento	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema de coordenação de movimentação Procedimento: Protocolo de comunicação antes de mover Organizacional: Política de segurança
3.4	A7	Container posicionado incorretamente nas garras	Container cair durante transporte; possível acidente; impacto ambiental; responsabilidade legal	Não	Média	!	Equipamento: Sensores de posicionamento com alarme Procedimento: Checklist visual antes de movimento Treinamento: Certificação obrigatória
3.4	A5	Altura/velocidade incorreta	Dano estrutural; produto derramado; parada de operações; possível acidente; impacto ambiental; responsabilidade legal	Sim	Média	!	Equipamento: Limitadores de altura e velocidade Procedimento: Operação supervisionada inicialmente Treinamento: Operação avançada

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
3.4	C1	Não verifica antes de mover	Base de segurança não executada; acidente (múltiplos erros não detectados); ferimento/morte	Não	Alta	!	Procedimento: Checklist de segurança obrigatório Organizacional: Tolerância zero para não conformidade Equipamento: Sistema que bloqueia sem confirmação
4.1	R1	Não identifica que o produto está acabando (sem layout)	Produto não recomprado; cliente não recebe; falta de estoque	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema visual Kanban com cores Procedimento: Inspeção diária de níveis Treinamento: Reconhecimento de níveis críticos
4.1	R2	Identifica errado qual produto está acabando (sem rótulo)	Recompra errado; falta real persiste; desperdício	Sim	Média	!	Equipamento: Rotulagem padronizada e clara Procedimento: Verificação cruzada de produto Treinamento: Identificação de produtos
4.1	I2	Avisa administrativo mas aviso não chega/esquecido	Admin não sabe; sem recompra; falta de estoque	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema digital de comunicação com confirmação Procedimento: Protocolo de confirmação obrigatória
4.1	I1	Não avisa ninguém	Ninguém avisa; falta total; operação bloqueada	Não	Média	!	Procedimento: Responsabilidade nominada e clara Organizacional: Cultura de comunicação ativa Equipamento: Sistema automático de alerta
4.2	I2	Estoque avisa para buscar produto errado	Fracionamento busca errado; falta do certo continua	Sim	Média	!	Equipamento: Rotulagem padronizada e clara Procedimento: Confirmação de produto antes de buscar Treinamento: Validação dupla
4.2	R1	Fracionamento não recebe aviso do estoque	Não sabe que precisa fracionar; estoque fica vazio	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema de notificação (email + SMS) Procedimento: Log de avisos Organizacional: Responsabilidade de recepção
4.2	R2	Fracionamento recebe aviso mas não entende	Fraciona quantidade/produto errado; retrabalho	Sim	Média	!	Equipamento: Interface com ícones visuais Procedimento: Confirmação clara do aviso Treinamento: Esclarecimento de dúvidas
4.2	C1	Fracionamento não verifica se já tem fracionado	Duplica trabalho; fraciona o que já estava pronto	Sim	Alta		Procedimento: Checklist de verificação anterior Equipamento: Sistema de rastreamento Organizacional: Controle de duplicatas

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
4.2	A5	Fraciona quantidade errada (pouco/muito)	Desperdício ou falta de quantidade; cliente não atendido	Sim	Média	!	Equipamento: Balança com sistema de validação de peso Procedimento: Dupla verificação de peso Treinamento: Precisão na medição
4.2	A10	Fraciona produto errado (confunde qual)	Fraciona quantidade/produto errado; retrabalho; desperdício	Sim	Média	!	Equipamento: Código de cores e identificação visual clara Procedimento: Verificação cruzada de produto Treinamento: Distinção de produtos
5.1	A7	Container posicionado incorretamente nas garras	Container cair durante transporte; possível acidente; impacto ambiental; responsabilidade legal	Não	Média	!	Equipamento: Sensores de alinhamento automático Procedimento: Verificação visual 3 pontos Organizacional: Padrão de qualidade obrigatório
5.1.1	A5	Encher com quantidade errada/incompleta (não preenche 700kg certo)	Cliente recebe quantidade errada ou incompleta	Sim	Média	!	Equipamento: Balança com alarme sonoro e visual Procedimento: Verificação de peso antes de fechar Treinamento: Padrão de 700kg
5.1.1	A10	Encher container errado (troca qual produto)	Cliente recebe produto errado; devolução; retralho	Sim	Média	!	Equipamento: Rotulagem padronizada e clara Procedimento: Lista de verificação antes de adicionar Treinamento: Confirmação de container
5.2	A5	Bombonas com tamanho/quantidade errada	Cliente recebe tamanho/quantidade errada	Sim	Média	!	Equipamento: Separação visual de tamanhos Procedimento: Conta de bombonas por tamanho Treinamento: Conhecimento de especificações
5.2	A8	Não enche completamente as bombonas	Cliente recebe bombonas vazias/incompletas	Sim	Alta	!	Equipamento: Limite visual marcado em bombonas Procedimento: Checklist de preenchimento Treinamento: Padrão de qualidade
5.2	A7	Bombonas posicionadas errado no espaço	Bombonas caem/danificam; ferimento	Não	Média	!	Equipamento: Estrutura de armazenamento adequada Procedimento: Posicionamento conforme layout Organizacional: Inspeção diária de segurança
5.2	R1	Não possui bombonas limpas e suficientes	Parar fracionamento para lavar	Sim	Alta	!	Equipamento: Contagem visual de bombonas limpas Procedimento: Planejamento de limpeza Organizacional: Planejamento de capacidade

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
5.2	R1	Fracionamento sem consultar demanda real	Fracionamento sem necessidade; estoque parado; diminuição de materia prima	Sim	Média		Procedimento: Consulta obrigatória de demanda antes de fracionar Equipamento: Dashboard de demanda Organizacional: Planejamento integrado
5.3	I1	Não avisa que começou fracionamento	Administrativo não sabe que diminuiu matéria prima e aumentou novo produto; desalinhamento	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema automático de notificação Procedimento: Aviso obrigatório ao iniciar Organizacional: Log de inicializações
5.3	I2	Avisa administrativo mas aviso não chega/esquecido	Admin não sabe; sem recompra; falta de estoque	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema com confirmação de leitura Procedimento: Protocolo de confirmação Organizacional: Rastreamento de comunicação
5.4	R1	Não localiza espaço correto para produto (sem layout)	Produtos se misturam; contaminação	Sim	Alta	!	Equipamento: Layout visual com coordenadas Procedimento: Mapa de localização Treinamento: Onboarding com layout
5.4	A7	Organiza errado (empilha perigosamente)	Produtos caem/danificam; ferimento; desperdício	Não	Média	!	Equipamento: Estrutura de armazenamento adequada Procedimento: Padrão de empilhamento Organizacional: Inspeção diária; Auditoria de FIFO
5.4	C1	Não verifica se espaço está adequado (segurança)	Espaço inadequado; acidente/contaminação	Não	Alta	!	Procedimento: Checklist de adequação antes de uso Organizacional: Inspeção semanal Equipamento: Marcações de segurança
5.4	A8	Não rotula produtos	Produtos se misturam; contaminação	Sim	Alta	!	Equipamento: Rótulos e canetas disponíveis Procedimento: Rotulagem obrigatória Organizacional: Inspeção de rotulagem
5.5	I1	Não informa quantidade produzida	Ninguém sabe quantidade pronta; retrabalho	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema integrado de registro Procedimento: Aviso obrigatório ao terminar Organizacional: Responsabilidade clara
5.5	I2	Informa mas informação não chega (comunicação informal)	Ninguém sabe quantidade; retrabalho	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema formal de notificação Procedimento: Comunicação documentada Organizacional: Rastreamento de informação

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
6.1	A5	Mede quantidade errada (sem precisão)	Produto formulado com % errada; ineficaz	Sim	Média	!	Equipamento: Balança de precisão calibrada Procedimento: Verificação de peso antes de adicionar Treinamento: Leitura de medidas
6.1	A5	Mede quantidade certa mas não é exata	Produto com % levemente errada; qualidade ruim	Sim	Média	!	Equipamento: Balança digital com 2 casas decimais Procedimento: Tolerância de ±5% Treinamento: Precisão em medidas
6.1	A10	Adicionaingrediente errado (confunde qual)	Produto transformado errado; inutilizável	Não	Média	!	Equipamento: Código de cores e identificação visual Procedimento: Leitura de rótulo antes de adicionar Treinamento: Formulação de produtos
6.1	A5	Adiciona em quantidade errada	Produto com concentração errada; ineficaz	Sim	Média	!	Equipamento: Dosador automático calibrado Procedimento: Verificação pré e pós adição Treinamento: Medidas específicas
6.1	A4	Adiciona em ordem errada (fórmula)	Reação química errada; produto danificado/tóxico	Não	Alta	!	Equipamento: Sistema de sequenciamento automático Procedimento: Fórmula visual passo-a-passo Treinamento: Química de processos
6.1	C1	Não monitora temperatura (deixa variar)	Temperatura errada; produto não se transforma	Sim	Alta	!	Equipamento: Termômetro digital com alarme Procedimento: Verificação a cada 15 min Treinamento: Importância da temperatura
6.1	A8	Operador não usa EPI durante fracionamento	Acidente ocupacional; afastamento; indenização; ferimento	Sim	Alta	!	Equipamento: EPIs adequados e disponíveis Procedimento: Inspeção antes de iniciar Organizacional: Política de tolerância zero
7.1	A9	Lava bombonas mas deixa resíduo (inadequado)	Bombonas contaminadas; produto rejeitado	Sim	Média	!	Equipamento: Máquina de limpeza com padrão Procedimento: Inspeção visual pós-limpeza Treinamento: Padrão de limpeza
7.1	A8	Operador não usa EPI durante manuseio	Acidente ocupacional; afastamento; indenização; ferimento	Sim	Alta	!	Equipamento: EPIs obrigatórios e disponíveis Procedimento: Checklist de EPI Organizacional: Auditoria diária

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
7.1	R1	Bombonas limpas armazenadas sem organização	Bombona suja usada; contaminação cruzada; dificuldade para encontrar	Sim	Alta	!	Equipamento: Prateleiras identificadas para limpas Procedimento: Separação clara limpas/sujas Organizacional: Inspeção diária
7.1	A7	Bombonas posicionadas errado (pode cair/danificar)	Bombonas danificadas; custo adicional	Sim	Média	!	Equipamento: Estrutura adequada de armazenamento Procedimento: Padrão de empilhamento Treinamento: Segurança física
7.2	C1	Não verifica se já existem bombonas limpas	Duplicação de limpeza; desperdício; retrabalho	Sim	Média	!	Procedimento: Checklist de verificação anterior Equipamento: Contagem visual clara Organizacional: Controle de duplicatas
7.2	A7	Armazena em local errado (exposição/contaminação)	Bombonas contaminadas; ou danificadas	Sim	Média	!	Equipamento: Área de armazenamento adequada Procedimento: Local designado e protegido Organizacional: Inspeção diária
7	A8	Não faz contagem de quantas bombonas recebeu	Desconhecimento de quantidade; falha de controle	Sim	Média	!	Equipamento: Contagem visual ao receber Procedimento: Registro de quantidade Organizacional: Responsabilidade nominada
7	I1	Não informa quantidade bombonas recebidas	Administrativo não sabe quantidade; desalinhamento	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema integrado de notificação Procedimento: Aviso obrigatório Organizacional: Rastreamento de comunicação
8.1	R1	Não recebe OP (documento perdido/não chega)	Separação não inicia; pedido não atendido; atraso	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema digital de OP Procedimento: Confirmação de recebimento Organizacional: Log de OPs recebidas
8.1	S2	Recebe OP errada (troca OP de clientes diferentes)	Separa pedido errado; cliente recebe produto errado	Sim	Média	!	Equipamento: Rótulo por cliente Procedimento: Verificação de cliente antes de separar Organizacional: Dupla verificação
8.1	A8	OP recebida mas não processa (deixa de lado)	Pedido não separado; cliente não recebe; reclamação	Sim	Média	!	Procedimento: Fila de processamento clara Equipamento: Sistema de rastreamento Organizacional: Auditoria diária de OPs

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
8.2	R1	Produtos não catalogados; só supervisor sabe	Atraso recorrente de expedição; possível perda de cliente; baixa eficiência do processo de separação	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema de catalogação com foto Procedimento: Mapa de localização Organizacional: Documentação de processos
8.2	S2	Localiza produto errado (confunde qual é qual)	Cliente recebe produto errado; devolução; custo	Sim	Alta	!	Equipamento: Rótulos com cores em produtos Procedimento: Leitura de rótulo antes de separar Treinamento: Distinção de produtos
8.2	C1	Não verifica se produto está correto antes de pegar	Separa produto errado; cliente reclama	Sim	Alta	!	Procedimento: Checklist de verificação visual Organizacional: Inspeção obrigatória
8.2	A7	Pega produto no local errado (empilha errado)	Produto danificado; container cai; ferimento	Não	Média	!	Equipamento: Estrutura adequada de armazenamento Procedimento: Layout visual claro Organizacional: Treinamento de segurança
8.2	A8	Omite produto da lista (esquece item)	Cliente recebe pedido incompleto; reclamação	Sim	Alta	!	Procedimento: Checklist de todos os itens Treinamento: Atenção aos detalhes
8.3.1	A7	Organiza pallet de forma instavel (pode cair)	Pallet cai durante transporte; produto danificado; ferimento	Não	Média	!	Equipamento: Estrutura de empilhamento correto Procedimento: Padrão visual de empilhamento Organizacional: Inspeção de estabilidade
8.3.1	A5	Organiza quantidade errada de itens no pallet	Cliente recebe quantidade errada; reclamação	Sim	Média	!	Equipamento: Contador visual por item Procedimento: Checklist de quantidade Treinamento: Precisão de contagem
8.3.1	S2	Organiza produto errado no pallet (mistura lotes)	Cliente recebe lote/produto errado; devolução	Sim	Média	!	Equipamento: Rótulos coloridos Procedimento: Separação clara de lotes Organizacional: Auditoria de pallet
8.3.2	I1	Não comunica pedido de fracionamento (esquece)	Produto não é fracionado; cliente espera; atraso	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema automático de notificação Procedimento: Comunicação documentada Organizacional: Log de pedidos

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
8.3.2	I2	Comunica mas mensagem não chega (telefone informal)	Produto não fracionado; atraso crítico	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema formal com confirmação Procedimento: Protocolo de confirmação Organizacional: Rastreamento de comunicação
8.3.2	I2	Comunica produto errado para fracionar	Fracionamento fraciona produto errado; retrabalho	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema formal com confirmação Procedimento: Protocolo de confirmação Organizacional: Validação dupla
8.4	A8	Não contata transportadora (esquece)	Produto fica no depósito; cliente não recebe; reclamação	Sim	Baixa		Equipamento: Sistema com checklist automático Procedimento: Contato obrigatório Organizacional: Responsabilidade nominada
8.4	S2	Contata transportadora errada	Caminhão errado chega; atraso; custo adicional	Sim	Baixa	!	Equipamento: Lista com código de transportadora Procedimento: Confirmação antes de contatar Treinamento: Distinção de transportadoras
8.4	A5	Agenda horário errado de coleta	Transportadora chega em horário errado; atraso operacional	Sim	Baixa		Equipamento: Sistema com calendário integrado Procedimento: Confirmação de horário Organizacional: Auditoria de agendamentos
8.5.1	A8	Não imprime etiquetas (omite)	Produto sem identificação; cliente confuso; não aceita	Sim	Média	!	Equipamento: Impressora integrada no sistema Procedimento: Bloqueio sem etiqueta Organizacional: Auditoria pré-expedição
8.5.1	I2	Imprime etiquetas erradas (produto/cliente errado)	Cliente recebe produto não identificado corretamente	Sim	Média	!	Equipamento: Sistema de validação de etiqueta Procedimento: Verificação antes de imprimir Treinamento: Associação correta
8.5.1	A7	Cola etiquetas em containers errados	Confusão no cliente; troca de produtos; reclamação	Sim	Alta	!	Equipamento: Padrão visual e colorido de rótulos Procedimento: Leitura antes de colar Organizacional: Inspeção de etiquetagem
8.5.1	C1	Não verifica se etiqueta está legível	Cliente não consegue ler etiqueta; rejeita carga	Sim	Baixa		Procedimento: Teste de legibilidade antes de expedição Equipamento: Impressora com qualidade garantida Organizacional: Inspeção visual

ID	Modo	Descrição	Consequência	R	P	C	Ação de reparação
8.5.2	A8	Não imprime Nota Fiscal (esquece)	Produto não pode sair (sem NF); operação bloqueada	Não	Média	!	Equipamento: Sistema que bloqueia sem NF Procedimento: Obrigatoriedade de NF antes de carregar Organizacional: Penalidade por não conformidade
8.5.2	I2	Imprime NF errada (valores/produtos errados)	Valores/produtos errados; cliente reclama; auditoria fiscal	Sim	Alta	!	Equipamento: Validação automática de NF Procedimento: Verificação antes de imprimir Organizacional: Auditoria de NF
8.5.2	A8	NF impressa mas não entrega ao motorista	Motorista sai sem NF; produto retorna; multa fiscal	Não	Média	!	Procedimento: Checklist de documentos antes de liberar Equipamento: Bloqueio de saída sem NF Organizacional: Responsabilidade clara
8.5.3	A8	Não imprime certificados (omite)	Cliente recebe sem certificado; rejeita produto	Sim	Alta	!	Equipamento: Sistema integrado de certificados Procedimento: Bloqueio sem certificado Organizacional: Checklist de documentos
8.5.3	I2	Imprime certificados errados (produto/lote errado)	Cliente detecta certificado errado; devolução	Sim	Média	!	Equipamento: Validação automática de lote Procedimento: Verificação antes de imprimir Organizacional: Auditoria de certificados
8.5.3	C1	Não verificase certificados estão corretos	Certificado errado aceito; problema futuro com cliente	Sim	Alta	!	Procedimento: Verificação visual antes de enviar Equipamento: Validação automática Organizacional: Inspeção final
8.5	A7	Carrega containers no caminhão de forma instável	Container cai durante transporte; ferimento/morte	Não	Alta	!	Equipamento: Sistema de travamento automático Procedimento: Padrão de carregamento visual Organizacional: Inspeção final obrigatória
8.5	C1	Não verifica condições de segurança no carregamento	Acidente durante carregamento; ferimento; dano	Não	Alta	!	Procedimento: Checklist de segurança obrigatório Organizacional: Auditoria de segurança Equipamento: Marcações de segurança
8.5	S2	Carrega containers fora de ordem (FIFO não respeitado)	Produto velho sai primeiro (validade); cliente reclama	Sim	Alta	!	Procedimento: Marcação de data/ordem de carregamento Equipamento: Rotulagem por lote Organizacional: Auditoria de FIFO

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

8. APÊNDICE A

As entrevistas foram realizadas presencialmente com cinco colaboradores, com duração média de 45 minutos, mediante consentimento verbal dos participantes. O roteiro foi aplicado de forma flexível, permitindo aprofundamentos conforme as especificidades de cada função.

Bloco 1: Perfil e Rotina de Trabalho

1. Há quanto tempo trabalha na empresa e na função atual?
2. Descreva suas principais atividades em um dia típico de trabalho.
3. Quais ferramentas, equipamentos ou sistemas utiliza regularmente?

Bloco 2: Processos e Fluxo de Trabalho

4. Como você recebe informações ou solicitações para iniciar suas atividades?
5. Descreva o passo a passo das suas principais operações.
6. Você toma decisões de forma antecipada ou aguarda solicitações? Em que situações?
7. Como determina quantidades, prioridades ou urgências?

Bloco 3: Organização e Controle

8. Como organiza e identifica materiais ou informações sob sua responsabilidade?
9. Que sistemas de controle utiliza (visual, digital, manual)?
10. Com que frequência verifica a acuracidade das informações?

Bloco 4: Comunicação Interdepartamental

11. Com quem se comunica regularmente sobre as atividades?
12. Quais canais de comunicação utiliza?
13. Como comunica situações críticas (ex.: estoque baixo, produtos prontos)?
14. Quem atualiza o sistema com informações das suas atividades?

Bloco 5: Dificuldades e Melhorias

15. Quais as principais dificuldades enfrentadas no dia a dia?
16. Como identifica e resolve situações de informações perdidas ou incorretas?
17. Que melhorias você sugeriria para seu trabalho?

Nota: O roteiro foi adaptado conforme a função do entrevistado, aprofundando-se em aspectos específicos de cada área (fracionamento, estoque/expedição, administrativo/financeiro, laboratório ou gestão).