



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA  
CÂMPUS PANAMBI**



**ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DO NOROESTE DO RS, NA ANÁLISE DE  
IMPLANTAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA MELHORIA EM PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

**PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Eduardo Kober Tischer

Panambi, RS, Brasil

2024

ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DO NOROESTE DO RS, NA ANÁLISE DE  
IMPLANTAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA MELHORIA EM PROCESSOS  
INDUSTRIAIS

por

Eduardo Kober Tischer

Projeto Monografia apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia  
Farroupilha, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para  
Internet.

Orientador:

Rosana Wagner

Panambi, RS, Brasil

2024



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA  
CÂMPUS PANAMBI**



A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
Aprova a Monografia

**ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DO NOROESTE DO RS, NA ANÁLISE DE  
IMPLANTAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA MELHORIA EM PROCESSOS  
INDUSTRIAIS**

Elaborado por  
**Eduardo Kober Tischer**

Como requisito parcial para a obtenção do título de  
**Tecnólogo em Sistemas para Internet**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Rosana Wagner  
(Presidente/Orientador)

---

Cléber Rubert (Instituto Federal Farroupilha Câmpus Panambi)

---

Sirlei Rigodanzo (Instituto Federal Farroupilha Câmpus Panambi)

Conceito Final: \_\_\_\_\_

Panambi, 25 de junho de 2024.

## **Resumo**

# ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA DO NOROESTE DO RS, NA ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SOFTWARE PARA MELHORIA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

AUTOR: EDUARDO KOBER TISCHER

ORIENTADOR: ROSANA WAGNER

Data e Local da Defesa: Panambi, 25 de junho de 2024.

Este trabalho focou na análise da implantação de um software para a melhoria de processos industriais, com o objetivo de otimizar e aprimorar a eficiência e eficácia das operações organizacionais, reduzindo custos, tempo e erros operacionais. A pesquisa destacou a importância da tecnologia na gestão de processos, enfatizando o papel de sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) e MES (Manufacturing Execution Systems) na coleta, análise e interpretação de dados em tempo real para decisões mais informadas. Além de apresentar diversas soluções de software, o estudo analisou suas potencialidades e fragilidades, realizando um estudo de viabilidade comparativo entre os softwares, considerando custo-benefício, facilidade de implementação e impacto nos processos industriais. Os resultados mostraram que a adoção de softwares especializados pode promover melhorias significativas na eficiência e competitividade dos negócios, oferecendo um guia estratégico para organizações que buscam otimizar seus processos e alcançar uma gestão mais eficiente.

**Palavras-chave:** ERP, MES, Coleta de dados, Análise de dados, Processos.

## **Abstract**

# ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE FOR IMPROVEMENT IN INDUSTRIAL PROCESSES

AUTHOR: EDUARDO KOBER TISCHER

ADVISOR: ROSANA WAGNER

Date and Place of Defense: Panambi, June 25th, 2024.

This study focused on analyzing the implementation of software to improve industrial processes, aiming to optimize and enhance the efficiency and effectiveness of organizational operations, while reducing costs, time, and operational errors. The research highlighted the importance of technology in process management, emphasizing the role of ERP (Enterprise Resource Planning) and MES (Manufacturing Execution Systems) in real-time data collection, analysis, and interpretation for more informed decision-making. In addition to presenting various software solutions, the study analyzed their potential and weaknesses, conducting a feasibility study comparing different software based on cost-benefit, ease of implementation, and impact on industrial processes. The results demonstrated that adopting specialized software can significantly improve business efficiency and competitiveness, providing a strategic guide for organizations seeking to optimize their processes and achieve more efficient management.

**Keywords:** ERP, MES, Data Collection, Data Analysis, Processes.

## Lista de ilustrações

Figura 1 - Elementos básicos do BPMN.....	13
Figura 2 - Tipos de atividade.....	13
Figura 3 - Tipos de tarefas.....	14
Figura 4 - Subprocessos.....	14
Figura 5 - Exemplo de processo.....	15
Figura 6 - Tipos de eventos.....	15
Figura 7 - Tipos de Gateway.....	16
Figura 8 - Tipos de conectores.....	16
Figura 9- Representação de Piscina e suas Raias com processo simplificado.....	17
Figura 10 - Ator e Caso de uso representados na ferramenta Astah.....	18
Figura 11 - Processo atual representado na ferramenta de BPMN Bizagi.....	20
Figura 12 - Caso de uso geral do sistema.....	23
Figura 13 - Tela iniciar do sistema ERP, com módulo Industrial selecionado.....	31
Figura 14 - Tela de seleção da rotina de passagem de fases.....	32
Figura 15- Tela da Lista de Passagem de Fases.....	32
Figura 16 - Tela para registro da passagem de fase, com informação da OF.....	33
Figura 17 - Tela de passagem de fase após preenchimento da fase.....	33
Figura 18 - Funcionalidades do sistema e suas soluções.....	34
Figura 19 - Diagrama de casos de uso do ERP.....	35
Figura 20 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.....	37
Figura 21 - Tela de Login.....	38
Figura 22 - Tela de seleção de rotina.....	38
Figura 23 - Tela de menu do sistema.....	39
Figura 24 - Tela de conFIGuração.....	39
Figura 25 - Tela de passagem de fase.....	40
Figura 26 - Tela de captura do código de barras pela câmera do tablet.....	41
Figura 27 - Tela de passagem de fase após captura do código de barras.....	41
Figura 28 - Tela de passagem de fase após a passagem da fase.....	42
Figura 29 - Tela inicial do aplicativo, com todas aplicações ativas.....	42
Figura 30 - Diagrama de casos de uso do APP.....	43
Figura 31 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.....	46
Figura 32 - Diagrama de casos de uso do Chão de Fábrica.....	48
Figura 33 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.....	49
Figura 34 - Tela inicial do terminal Syneco.....	50
Figura 35 - Tela de seleção das ordens de produção a serem realizadas.....	51
Figura 36 - Tela do terminal com informações da OF.....	51
Figura 37 - Diagrama de casos de uso do Syneco.....	52
Figura 43 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.....	56
Figura 39 - Processo BPMN pós implementação do software.....	59

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Estimativa de tempo médio dos processos no fluxograma atual;.....	26
Tabela 2 - Requisitos de sistema atendidos ou não pelos sistemas analisados.....	63
Tabela 3 - Custo médio de cada aplicação.....	64

## **Lista de abreviaturas**

**BPM** - Business Process Management (Gerenciamento de Processos de Negócio)

**BPMN** - Business Process Model and Notation (Modelagem e Notação de Processos de Negócio)

**CNC** - Computer Numerical Control (Comando Numérico Computadorizado)

**COTS** - Commercial Off-The-Shelf (Software de Prateleira)

**EPI** - Equipamento de Proteção Individual

**ERP** - Enterprise Resource Planning (Planejamento de Recursos Empresariais)

**MES** - Manufacturing Execution System (Sistema de Execução de Produção)

**OF** - Ordem de Fabricação

**OMG** - Object Management Group

**UML** - Unified Modeling Language (Linguagem de Modelagem Unificada)

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. PROBLEMATIZAÇÃO E HIPÓTESE.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. SISTEMAS DE GESTÃO.....	12
2.2. BPMN.....	12
2.2.1. Elementos BPMN.....	13
2.3. UML.....	17
2.3.1. Diagrama de Caso de Uso.....	18
<b>3. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>19</b>
3.1. MODELO BPMN DO PROCESSO ATUAL.....	19
3.2. LEVANTAMENTO DE REQUISITOS.....	22
3.3. FERRAMENTAS ANALISADAS.....	30
3.3.1. Fabril System ERP.....	30
3.3.2. Aplicação Chão de Fábrica.....	37
3.4.3 Coleta Chão de Fábrica.....	46
3.4.4 Syneco - SKA (MES).....	49
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>56</b>
4.1. TABELA DE AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES.....	56
4.2. TABELA DE INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS.....	58
4.3. PROCESSO ESPERADO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE.....	59
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Na atual era da tecnologia, somos inundados por uma abundância de dados que podem potencialmente revolucionar a forma como as empresas operam e prosperam. A crescente disponibilidade de dados não é mais o principal desafio enfrentado pelas organizações, pelo contrário, é a capacidade de transformar esses dados em informações significativas que impulsionam uma gestão empresarial eficaz e uma otimização dos processos existentes. Nesse contexto, a tecnologia desempenha um papel fundamental, oferecendo ferramentas e soluções como os sistemas ERP (Enterprise Resource Planning - Planejamento de Recursos Empresariais) e MES (Manufacturing Execution Systems - Sistemas de Execução de Fabricação), projetados para coletar, analisar e interpretar dados em tempo real, capacitando as organizações a tomar decisões mais informadas e aprimorar sua eficiência operacional. Este trabalho visa analisar os processos existentes atualmente em uma empresa do noroeste do estado do Rio Grande do Sul, seus dados, e através da análise de tecnologias da informação de duas desenvolvedoras de softwares do sul do Brasil, realizar a implementação da ferramenta e trazer melhorias para os processos e transformar esses dados em informação, possibilitando a gestão inteligente de recursos. Essa análise aprofundada proporcionará *insights* valiosos sobre como as empresas podem utilizar efetivamente os recursos tecnológicos disponíveis para enfrentar os desafios contemporâneos e alcançar uma vantagem competitiva sustentável no mercado.

## 1.1. PROBLEMATIZAÇÃO E HIPÓTESE

Como os processos de uma determinada organização podem ser otimizados e aprimorados por meio da implementação de software específico?

A implementação de um software de gestão adequado pode resultar em uma melhoria significativa na eficiência e na eficácia dos processos organizacionais, reduzindo custos, tempo e erros operacionais.

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

A seleção deste tema decorre da necessidade premente de compreender o posicionamento da máquina de pré-limpeza<sup>1</sup> dentro do processo de fabricação. Tal compreensão é essencial para uma alocação estratégica dos recursos humanos e financeiros, visando assegurar uma produtividade satisfatória e o cumprimento adequado dos prazos de entrega. Esta investigação não apenas visa atender às demandas específicas da empresa, mas também pretende adotar uma abordagem analítica para aprimorar a gestão dos processos industriais, promovendo, assim, a eficiência e competitividade do negócio.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GERAL**

Analisar a melhoria de processo fabril proporcionada pela aquisição e implantação de um produto de software de prateleira<sup>2</sup>.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar as soluções de software analisadas, suas potencialidades e fragilidades.
- Realizar o estudo de viabilidade entre os softwares analisados.

---

<sup>1</sup> Máquinas de Pré-Limpeza: as máquinas de pré-limpeza de grãos, realizam a limpeza de impurezas e resíduos da colheita, através da ação de peneiramento granulometria e a separação gravitacional por ar, atendendo os mais diversos tipos de grãos e sementes.

<sup>2</sup> Conforme SCHACH (2010), softwares de prateleira ou COTS (commercial off-the-shelf), são soluções prontas, desenvolvidas para atender todo o “mercado”. Podem ter rotinas customizadas para problemas específicos de alguns clientes, mas, o objetivo é ser algo genérico, para atender o maior número de clientes possíveis com a mesma solução.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. SISTEMAS DE GESTÃO

Os sistemas MES (*Manufacturing Execution System* ou Sistemas de Execução de Produção) são softwares “pontes” entre os sistemas de gerenciamento de empresas (ERP) e os processos industriais, quais possibilitam um melhor planejamento, controle de qualidade, rastreabilidade de processos de produção e uma gestão eficiente da produção, dos estoque de materiais e inventário. Também, tornam possível a automatização na coleta de dados em algumas operações da produção, como em máquinas CNC <sup>3</sup> através de sinais elétricos ou como nos demais processos, através da entrada de dados pelo operador.

De acordo com McClellan (1997), os MES "fornecem a informação certa no momento certo e mostram o impacto do processo de produção como um todo, facilitando decisões rápidas e informadas". Essa integração melhora significativamente a eficiência, a qualidade e a rastreabilidade dos processos de manufatura, permitindo uma resposta ágil às mudanças e demandas do mercado (McClellan, 1997).

### 2.2. BPMN

Business Process Modeling Notation ou Modelagem Gráfica de Processos de Negócio, (BPMN) é uma técnica de modelagem gráfica, para representar os processos de negócios das empresas, auxiliando na visualização rápida dos processos organizacionais, passo a passo das atividades, interações com sistemas, além de possibilitar a análise dos processos e automatização tecnológica. (VALLE e OLIVEIRA, 2013)

O Object Management Group (OMG), organização internacional sem fins lucrativos, é um grupo dedicado ao desenvolvimento e manutenção de padrões para sistemas e tecnologias de modelagem de software, foi o responsável pela criação do BPMN para modelagem e processos de negócio. Tem como principal objetivo fornecer uma representação gráfica compreensível para todos os usuários de um negócio, analistas, gestores e operadores do negócio.

---

<sup>3</sup> CNC é a sigla de Controle Numérico Computadorizado, ou Comando Numérico Computadorizado. É uma evolução do termo NC, que significa apenas Comando Numérico. Como o próprio nome diz, refere-se ao controle de máquinas ferramentas programáveis por computador (SILVA, 2015).

### 2.2.1. Elementos BPMN

A função principal dos elementos, são criar mecanismos simples para o desenvolvimento dos modelos de processos de negócio e também, conseguir garantir a complexidade inerente aos processos.

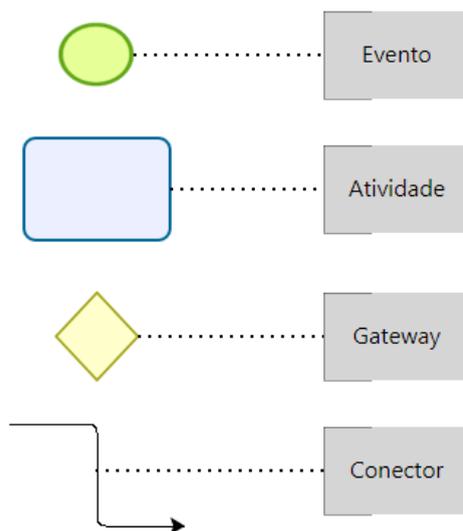


Figura 1 - Elementos básicos do BPMN

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

Conforme Valle e Oliveira (2013), “uma atividade representa um trabalho que será executado em um processo de negócio. Os tipos de atividades que ocorrem em um DPN (diagrama de processo de negócios) são Tarefas, Subprocesso (Colapsado e Expandido) e Processo”.



Figura 2 - Tipos de atividade.

Fonte: (VALLE, OLIVEIRA, 2013).

Sganderla (2012), apresenta a tarefa como atividade de trabalho atômica. Representa uma ação no processo que pode ser executada por uma pessoa ou um sistema.

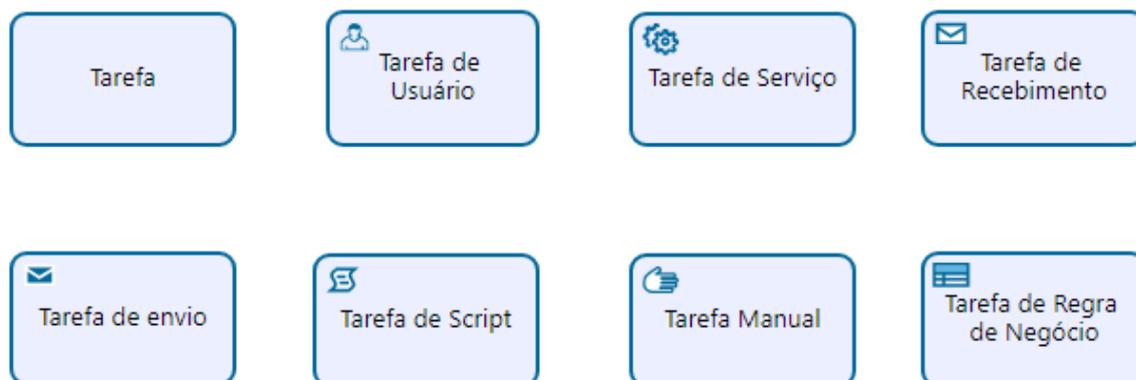


Figura 3 - Tipos de tarefas.

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

Representa uma atividade que pode ser decomposta em um conjunto de tarefas ou outras atividades menores. Os subprocessos, podem ser colapsados ou expandidos:

- **Subprocesso colapsado:** Representa um subprocesso sem detalhamento. É apresentado conforme na Figura 4.

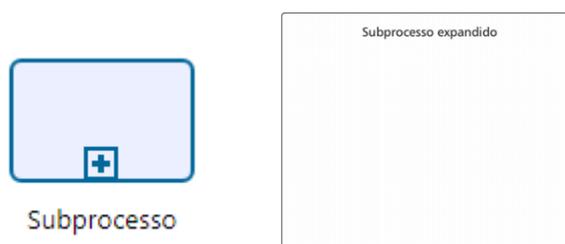


Figura 4 - Subprocessos.

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

- **Subprocesso expandido:** Representa um subprocesso de forma detalhada, apresentando todas as tarefas do processo de negócio (subprocesso) conforme Figura 4.

O processo é o conjunto de eventos, conectores, tarefas, gateway e demais elementos do BPMN, informando a sequência que as tarefas devem ser executadas, como ilustrado na Figura 5.

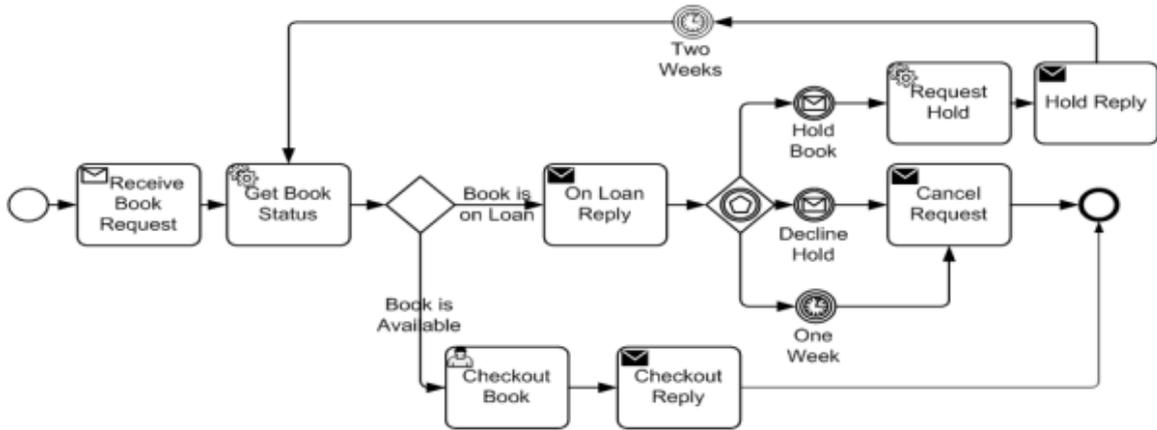


Figura 5 - Exemplo de processo.

Fonte: OMG, Business Process Model and Notation (2013).

Conforme Valle e Oliveira (2013), um evento de Início, representado por um círculo com borda fina, indica onde um Processo particular vai começar. Já os eventos intermediários, representados por um círculo de borda dupla, indicam “disparadores”, que são eventos entre o início e o fim do processo e afetam o fluxo do processo. Por fim, os eventos de fim, indicam onde o processo acabará, representados com um círculo com borda grossa. Abaixo, na Figura 6 segue a exemplificação de cada um dos eventos.



Figura 6 - Tipos de eventos

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

Gateways são elementos de modelagem que controlam a interação do fluxo em um processo ao convergir e divergir, representados por diamantes. Os marcadores no centro dos diamantes indicam diferentes tipos de comportamento. Gateways separam e juntam o fluxo, sendo necessários apenas quando o controle do fluxo é requerido. Portanto, um diamante

indica um ponto onde o fluxo precisa ser controlado. Na Figura 7, são representados os tipos de Gateways (VALLE e OLIVEIRA, 2013).



Figura 7 - Tipos de Gateway.

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

Os conectores, têm um papel simples, representam a seqüência de fluxo dos processos. Segue abaixo Figura 8 como exemplo dos tipos de conectores.

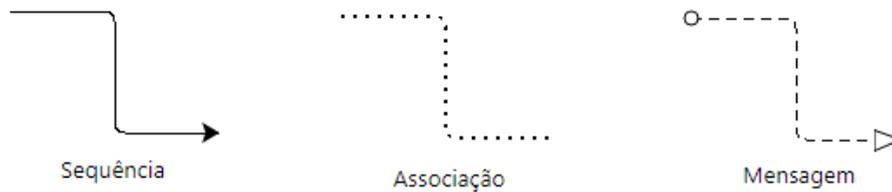


Figura 8 - Tipos de conectores.

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

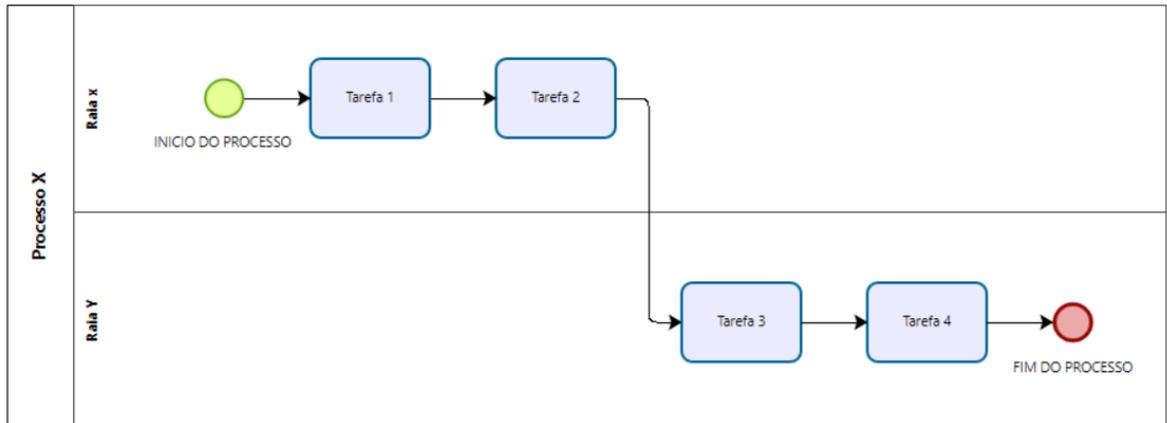


Figura 9- Representação de Piscina e suas Raias com processo simplificado.

Fonte: Adaptado de Valle e Oliveira (2013).

Piscinas ou *Pools* são utilizados quando o diagrama envolve duas entidades de negócio ou participantes que estão separados fisicamente no diagrama. Especifica “quem faz o que”, colocando os eventos e os processos em áreas protegidas, chamadas de pools (VALLE e OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Valle e Oliveira (2013), as Raias ou *Lanes* representam tipicamente um departamento dentro dessa organização.

### 2.3. UML

A Linguagem de Modelagem Unificada (UML) é uma linguagem visual para especificar, construir e documentar os artefatos dos sistemas, através de atores e processos de negócios, muito utilizada para levantamento de requisitos no processo de desenvolvimento de software.

De acordo com Craig Larman (2011), a UML pode ser aplicada de três modos, como Rascunho, em um modelo mais informal e incompleto, utilizado para explorar partes difíceis de problemas e soluções. Como planta de software, diagramas de projeto detalhados para uso de engenharia reversa ou geração de código. E por fim, o uso, mesmo que incomum, da UML como linguagem de programação, onde, alguns softwares em UML, que após a diagramação, é gerado o “programa”. Conforme descrito por Craig Larman em "Utilizando UML e

Padrões", a UML facilita a comunicação entre os membros da equipe de desenvolvimento, oferecendo uma variedade de diagramas que capturam diferentes aspectos do sistema, como estrutura, comportamento e interações.

### 2.3.1. Diagrama de Caso de Uso

Dentro da UML, existem várias metodologias e diagramas para expressarmos as funcionalidades do sistema e seus requisitos esperados pelos usuários, e o Diagrama de caso de uso é um dos mais conhecidos, qual representa de forma gráfica e escrita, as ações do usuário para com o sistema e detalha, os pré-condições para esta ação, quem são os envolvidos, a rotina esperada, suas exceções e pós-condições após o processo/caso de uso executado. (KIRILL FAKHROUTDINOV, 2014)

Casos de uso são narrativas em texto, amplamente utilizadas para descobrir e registrar requisitos. Eles influenciam muitos aspectos de um projeto e servem de entrada para vários artefatos subsequentes nos estudos de caso. (KIRILL FAKHROUTDINOV, 2014)

A UML (Unified Modeling Language) possui dois tipos principais de diagramas: diagramas de estrutura e diagramas de comportamento. Os diagramas de estrutura mostram a estrutura estática do sistema e suas partes em diferentes níveis de abstração e implementação, além de como elas se relacionam entre si. Eles representam conceitos significativos do sistema, incluindo conceitos abstratos, do mundo real e de implementação (KIRILL FAKHROUTDINOV, 2014).

Os atores do diagrama de casos de uso, representam os usuários do sistema. Simbolizados pela Figura 10 (Larman, 2011).

Já os casos de uso ou tarefas executadas pelos usuários no sistema são representados por figuras ovais. Conforme a Figura 10 (Larman, 2011).



Figura 10 - Ator e Caso de uso representados na ferramenta Astah.

Fonte: Adaptada de Larman (2011).

### **3. DESENVOLVIMENTO**

A partir desta seção, serão apresentados os processos utilizados para análise dos softwares, desde o levantamento do requisito, ouvindo a necessidade da fábrica, aos testes de software e análise das características dos softwares.

No primeiro tópico, será apresentado através do modelo BPMN o processo atual que é utilizado na fábrica e a falta de registro de informação em tempo de execução, que vem acarretando um desgaste, tanto de tempo quanto de recurso, para identificar peças, processos e ordens realizadas.

No segundo tópico, abordaremos o levantamento de requisitos, apresentados através da UML com seus diagramas de casos de uso e descritivo textual.

Por fim, serão apresentadas as ferramentas em análise, seus processos de uso, identificados os requisitos que elas atendem, previamente definidos e seus fluxogramas e processos simulados após sua implementação.

#### **3.1. MODELO BPMN DO PROCESSO ATUAL**

Atualmente o modelo de processo atual, desde a criação da necessidade de produção, até a fabricação e expedição do produto final, engloba cerca de 5 setores da empresa, diretamente, contando o processo fabril como apenas um setor, e unindo setores como PCP e programação, comercial, compras e o restante dos setores administrativos que atuam indiretamente no processo de produção, tendo um prazo médio de pedido até a entrega de 60 dias.

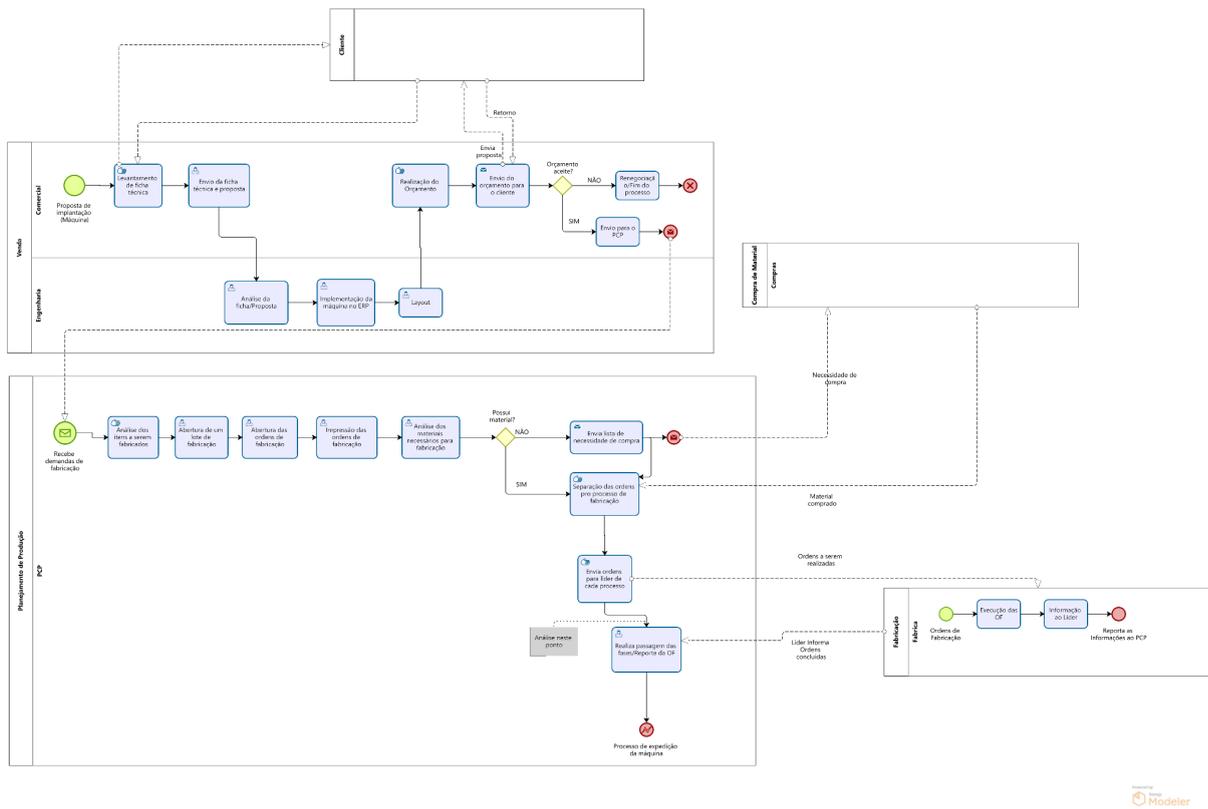


Figura 11 - Processo atual representado na ferramenta de BPMN Bizagi

Fonte: Autor.

Atualmente, para a confecção de uma máquina de pré-limpeza, são abertas cerca de 1500 a 2000 ordens de fabricação, com os mais diversos processos e operações partindo desde o corte, conformação, usinagem, solda, acabamento, montagem, embalagem e expedição das peças/máquinas. Sendo necessário então reportar o conjunto de ordens ou cada ordem ao líder do processo, que reporta ao PCP, para realizar então o apontamento das fases concluídas no sistema ERP, onde, está informação não possui uma periodicidade ou rotina programada, assim causando problemas na identificação de qual processo/operação está determinada máquina, prejudicando a análise dos itens produzidos e trazendo prejuízos econômicos em alguns casos.

A implementação do software, tem o objetivo de minimizar este tempo da informação entre a conclusão do processo ao ERP, deixando de ser um processo manual (boca a boca) e sendo um processo dentro da rotina do operador, que reporta o final da operação em tempo de execução, possibilitando assim, uma melhor tomada de decisão e análise dos processos fabris.

Na Tabela 1 abaixo, há uma versão resumida do levantamento de tempo médio de cada operação do início dos processos a entrega da máquina.

Ator:	Processo:	Tempo médio:
Comercial externo	Levantamento Ficha Técnica	2:00:00
Comercial externo	Envio da Proposta	0:15:00
Comercial e Engenharia	Análise da Proposta	1:00:00
Engenharia e Comercial	Realização do Orçamento	2:30:00
Engenharia	Implementação do Layout	3:00:00
PCP e Operador	Análise dos itens a serem Fabricados	0:30:00
PCP	Abertura do Lote/Ordens de Fabricação	1:00:00
Operador	Realiza as ordens de Produção	1440:00:00
Líderes Fábrica	Verificação das ordens já concluídas	4:00:00
PCP	Realiza a Passagem de Fase/Reporte das ordens	2:00:00
	<b>Total:</b>	1456:15:00
		60 dias 16 horas e 15 min

Tabela 1 - Estimativa de tempo médio dos processos no fluxograma atual.

Fonte: O autor.

### Fluxo de Eventos Geral:

1. O setor comercial realiza o levantamento da ficha técnica do produto;
2. O setor comercial envia a proposta ao setor de Engenharia;
3. Os setores comercial e engenharia analisam a proposta e ficha técnica e realizam o orçamento;
4. Após aprovação do orçamento, o setor de Engenharia realiza a implementação do Layout do equipamento;
5. O setor de PCP então, realiza a análise dos itens a serem fabricados;
6. O setor de PCP realiza a abertura dos lotes e ordens de produção;

7. Os operadores das máquinas e encarregados dos setores realizam as ordens de produção;
8. Os líderes da fábrica, verificam as ordens concluídas e informam ao setor de PCP;
9. O PCP realiza as passagens de fase e reporte das ordens de produção.

### 3.2. LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Após algumas conversas com a direção da empresa do Noroeste do RS, foram realizados os levantamentos dos requisitos que o sistema a ser implantado deveria atender.

#### **Requisitos Funcionais:**

[RF01] - Acesso o sistema;

[RF02] - Manter Usuários;

[RF03] - Rastreabilidade de processos (Consultar Estado da Produção);

[RF04] - Gerar relatórios de Produção;

[RF05] - Configurar parâmetros de processos;

[RF06] - Passagem de fases das ordens (Registrar Produção);

#### **Requisitos não Funcionais:**

[RNF01] - O sistema deve exigir a menor interação possível com o operador/usuário final;

[RNF02] - O sistema não deverá ser executado em um dispositivo móvel particular do operador;

[RNF03] - O sistema deve possibilitar a inserção dos processos através da leitura de código de barras;

### 3.2.1. DIAGRAMA DE CASOS DE USO - REQUISITOS ESPERADOS

A Figura 12 abaixo, representa a estrutura esperada e requisitos mínimos de sistema para atender as necessidades da fábrica e gestão, que será utilizada para análise dos softwares nas próximas seções.

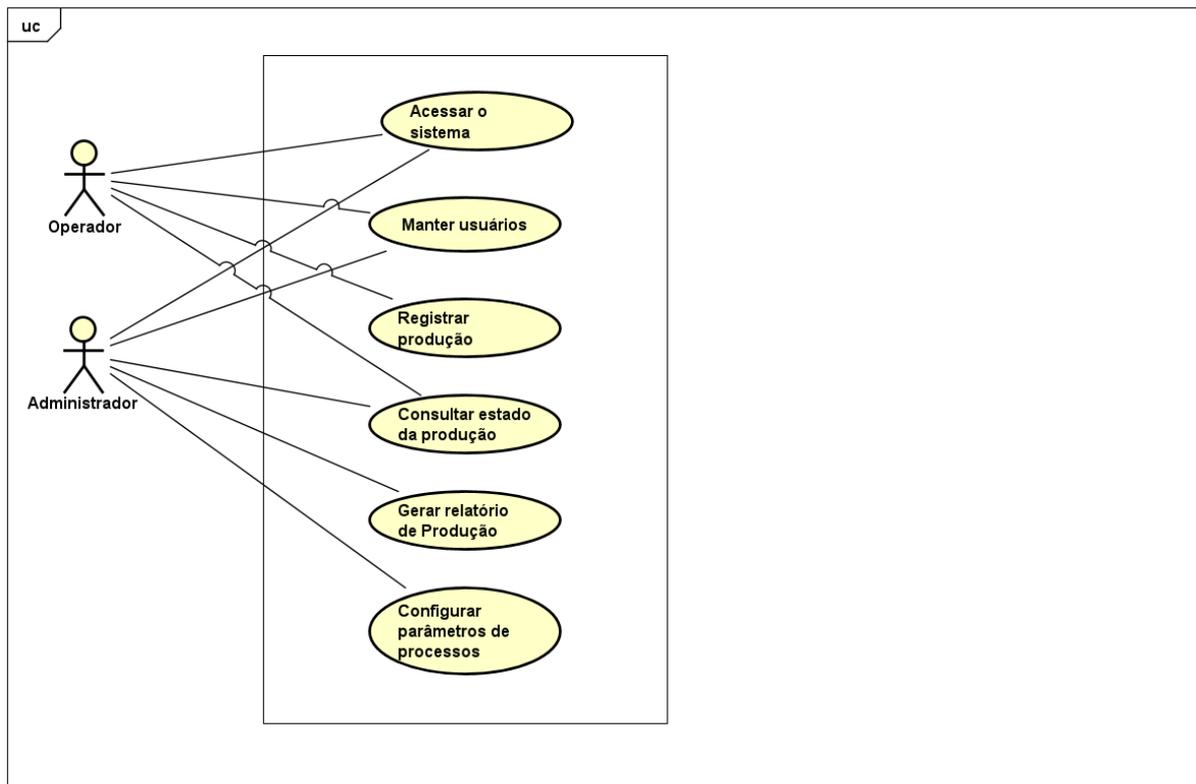


Figura 12 - Caso de uso geral do sistema.

Fonte: Autor.

**Nome:** [RF01] - Acessar o Sistema

**Escopo:** Sistema de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário acesse o sistema de coleta de dados do Chão de Fábrica, fornecendo as credenciais de login e autenticando-se para realizar suas tarefas designadas.

**Ator Primário:** Administrador ou Operador

**Pré-condições:**

- O sistema de coleta de dados do Chão de Fábrica está disponível e acessível.
- O ator primário possui credenciais de login válidas para acessar o sistema.

**Pós-condições:**

- O ator primário é autenticado no sistema e pode realizar suas tarefas designadas de acordo com suas permissões.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário acessa a interface de login do sistema.
2. O ator primário inseriu suas credenciais de login (nome de usuário e senha).
3. O sistema verifica as credenciais fornecidas pelo ator primário.
4. Se as credenciais estiverem corretas, o sistema autentica o ator primário e permite o acesso ao sistema.
5. O ator primário é redirecionado para a página inicial ou dashboard do sistema, onde pode iniciar suas tarefas.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

4a. Se as credenciais fornecidas pelo ator primário estiverem incorretas, o sistema exibe uma mensagem de erro e solicita que o ator primário tente novamente.

4.b Se o sistema estiver temporariamente indisponível devido a manutenção ou problemas técnicos, o acesso ao sistema é negado e uma mensagem informativa é exibida ao ator primário.

**Nome:** [RF02] - Manter Usuários

**Escopo:** Sistema de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário gerencie os usuários do sistema, incluindo a criação, edição, exclusão e atribuição de permissões de acesso, garantindo a segurança e controle de acesso ao sistema.

**Ator Primário:** Administrador ou Operador

**Pré-condições:**

- O ator primário está autenticado como administrador no sistema.
- O sistema possui funcionalidades de gerenciamento de usuários habilitadas.

**Pós-condições:**

- As alterações nos usuários são aplicadas e refletem as ações realizadas pelo administrador, como criação, edição ou exclusão de contas, e atribuição de permissões.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O administrador acessa a função "Manter Usuários" no sistema.
2. O sistema apresenta uma lista dos usuários cadastrados.
3. O administrador seleciona uma opção para criar um novo usuário, editar um usuário existente, excluir um usuário ou atribuir permissões.
4. O administrador executa a ação desejada, preenchendo os dados necessários, como nome, senha, e-mail, permissões, etc.
5. O administrador confirma as alterações realizadas.
6. O sistema processa as alterações e atualiza a lista de usuários conforme as ações executadas pelo administrador.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

1a. Se o administrador não possuir permissões suficientes para gerenciar usuários, o sistema exibe uma mensagem de erro e orienta o administrador a solicitar acesso ao supervisor responsável.

5a. Se ocorrerem erros durante a criação, edição ou exclusão de usuários, o sistema notifica o administrador e impede a conclusão da operação até que os problemas sejam corrigidos.

**Nome:** [RF03] - Consultar estado da produção

**Escopo:** Sistema de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário consulte o estado atual da produção de determinados processos, fornecendo informações sobre o progresso, status e outras métricas relevantes.

**Ator Primário:** Administrador ou Operador

**Pré-condições:**

- O ator primário está autenticado no sistema.
- Os dados de produção estão atualizados e disponíveis no sistema.

**Pós-condições:**

- O ator primário recebe informações detalhadas sobre o estado da produção conforme solicitado.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário acessa a função "Consultar Estado da Produção" no sistema.
2. O sistema exibe uma interface onde o ator pode selecionar os parâmetros desejados, como período de tempo, tipo de processo, ordem de produção ou lote de produção.
3. O ator seleciona os parâmetros desejados e solicita a consulta.
4. O sistema processa a solicitação e apresenta os resultados ao ator, mostrando o estado atual da produção conforme os parâmetros especificados.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

1a. Se houver falhas na conexão com o banco de dados ou outros problemas técnicos, o sistema exibe uma mensagem de erro e sugere que o ator entre em contato com o suporte técnico

4a. Se os dados de produção não estiverem disponíveis, o sistema exibe uma mensagem de erro e orienta o ator a tentar novamente mais tarde.

**Nome:** [RF04] - Gerar Relatório de Produção

**Escopo:** Sistema de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário gera relatórios detalhados sobre a produção, apresentando informações como desempenho, eficiência, qualidade e outros aspectos relevantes do processo produtivo.

**Ator Primário:** Administrador

**Pré-condições:**

- O ator primário está autenticado no sistema.
- Os dados de produção estão registrados e disponíveis no sistema.

**Pós-condições:**

- Um relatório de produção é gerado e disponibilizado para visualização ou download pelo ator primário.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário acessa a função "Gerar Relatórios de Produção" no sistema.
2. O sistema apresenta opções de filtros e parâmetros para personalizar o relatório, como período de tempo, tipo de produção, entre outros.
3. O ator configura os parâmetros desejados para o relatório.
4. O ator solicita a geração do relatório.
5. O sistema processa a solicitação e gera o relatório conforme os parâmetros especificados.
6. O sistema disponibiliza o relatório para visualização ou download pelo ator.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

5a. Se não houver dados disponíveis para o período ou parâmetros especificados, o sistema notifica o ator e sugere ajustar os filtros do relatório.

5b. Se ocorrerem erros durante o processamento do relatório, o sistema exibe uma mensagem de erro e orienta o ator a tentar novamente mais tarde ou entrar em contato com o suporte técnico.

**Nome:** [RF05] - Configurar parâmetros de processos

**Escopo:** Sistema de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário configure os parâmetros dos processos de produção no sistema, como tempos de ciclo, limites de temperatura, velocidades de operação, entre outros, para garantir a eficiência e qualidade da produção.

**Ator Primário:** Administrador

**Pré-condições:**

- O ator primário está autenticado como administrador no sistema.
- O sistema possui permissões de administração para modificar os parâmetros dos processos.

**Pós-condições:**

- Os parâmetros dos processos são atualizados e refletem as configurações realizadas pelo administrador.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O administrador acessa a função "Configurar Parâmetros de Processos" no sistema.
2. O sistema apresenta uma lista dos parâmetros dos processos disponíveis para configuração.

3. O administrador seleciona o parâmetro desejado para configuração.
4. O administrador ajusta o valor do parâmetro conforme necessário.
5. O administrador confirma as alterações realizadas.
6. O sistema atualiza os parâmetros dos processos de acordo com as configurações feitas pelo administrador.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

4a. Se ocorrerem erros durante a configuração dos parâmetros, como valores inválidos ou limites ultrapassados, o sistema notifica o administrador e impede a conclusão da operação até que os problemas sejam corrigidos.

5a. Se o administrador não possuir permissões suficientes para modificar os parâmetros dos processos, o sistema exibe uma mensagem de erro e orienta o administrador a solicitar acesso ao supervisor responsável.

**Nome:** [RF06] - Registrar produção

**Escopo:** Sistema de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário registre a passagem de fases das ordens de produção, atualizando o status da produção de acordo com o progresso realizado em cada etapa do processo.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- O ator primário está autenticado no sistema.
- A ordem de produção está registrada no sistema.
- As fases de produção estão definidas e configuradas no sistema.

**Pós-condições:**

- O status da produção é atualizado no sistema, refletindo o progresso nas fases da ordem de produção.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário acessa a função "Registrar Produção" no sistema.
2. O sistema exibe uma lista das ordens de produção disponíveis para registro.
3. O ator seleciona a ordem de produção desejada.
4. O ator registra o progresso da produção, passando as ordens pelas fases conforme necessário.
5. O sistema atualiza o status da produção e registra as mudanças realizadas.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

4a. Se houver falhas na comunicação com os dispositivos de coleta de dados ou outros problemas técnicos, o sistema exibe uma mensagem de erro e orienta o ator a tentar novamente mais tarde.

4b. Se a ordem de produção não estiver disponível para registro, o sistema notifica o ator e sugere verificar a disponibilidade da ordem ou entrar em contato com o supervisor responsável.

### 3.3. FERRAMENTAS ANALISADAS

#### 3.3.1. Fabril System ERP

O Fabril System, é um sistema ERP, desenvolvido pela empresa Lógica, é uma aplicação para computadores, é um sistema de gestão empresarial completo que já é utilizado atualmente em todos os setores administrativos da empresa, que também possibilita, diretamente de seu módulo Industrial, realizar o registro das ordens de fabricação concluídas e seus processos.

Tem como requisitos do sistema os seguintes itens:

- Computador com sistema operacional Windows;
- Sistema Fabril com instalação local;
- Licença normal de usuário de sistema.
- Acesso a rede;
- Banco de dados PostgreSQL 9.3;

A realização do processo de registro das operações da fábrica, através do ERP, tem algumas rotinas que possibilitam a passagem de fase e reporte das operações finalizadas, que serão demonstradas em seus fluxos a seguir.

#### Pré-requisitos do sistema

- Lote de Produção e Ordens de produção estarem cadastradas no sistema;
- Ordens possuem processos instituídos;

A seguir, teremos um passo a passo do uso do software para realização do registro das passagens de fase.

1. Acesse o sistema;
2. Selecione o módulo Industrial;



Figura 13 - Tela inicial do sistema ERP, com módulo Industrial selecionado.

Fonte: Imagem retirada do ERP.

3. No menu superior, clique em “Processos”, Lançamento de Movimentos, Passagem de Fases, Por OF (Atalho CTRL + A);



Figura 14 - Tela de seleção da rotina de passagem de fases.

Fonte: Imagem retirada do ERP.

4. O sistema exibirá a tela de Lista de Passagens de Fases.

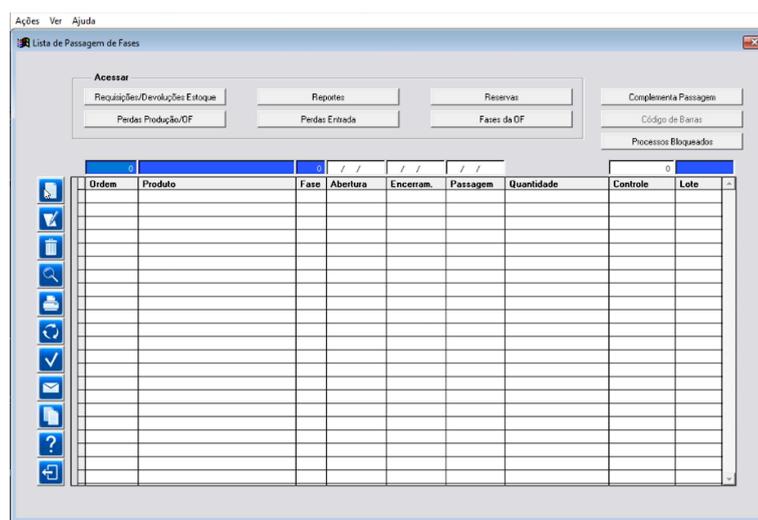


Figura 15- Tela da Lista de Passagem de Fases.

Fonte: Imagem retirada do ERP.

5. Selecione a opção de Incluir, primeiro ícone do menu à esquerda, apresentado como uma página em branco conforme Figura 15 acima;
6. O sistema exibirá então, a tela para preenchimento das informações da OF;
7. Informe o número da OF;
8. O sistema exibirá automaticamente as informações da OF, como produto, data de abertura e data da passagem;

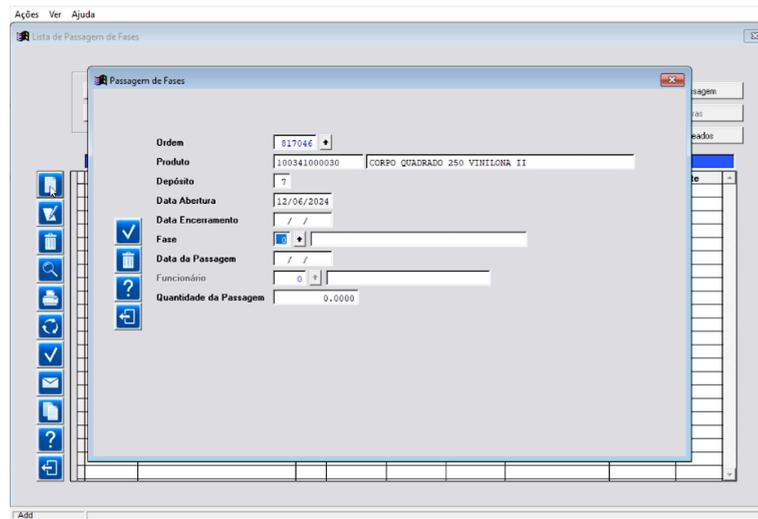


Figura 16 - Tela para registro da passagem de fase, com informação da OF.

Fonte: Imagem retirada do ERP.

9. Informe o código da Fase (presente na folha da OF impressa) que deseja registrar a passagem de fase;
10. O sistema exibirá a quantidade da passagem, para confirmação;

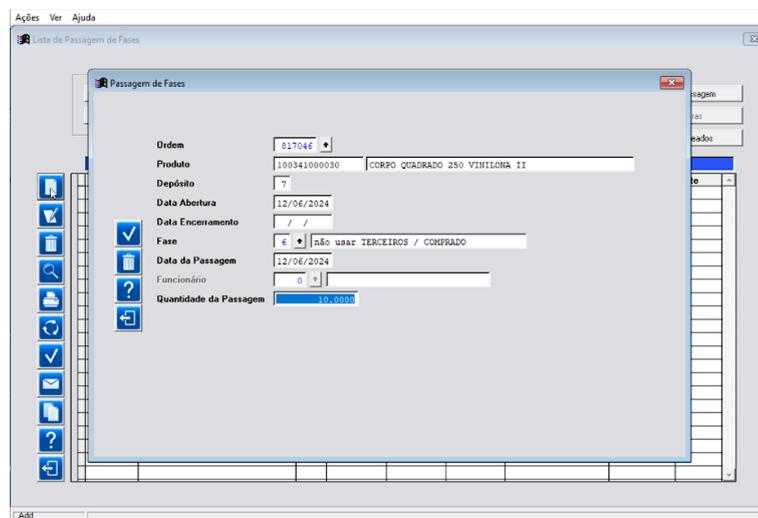


Figura 17 - Tela de passagem de fase após preenchimento da fase.

Fonte: Imagem retirada do ERP.

11. Após confirmar a quantidade, o sistema realiza o registro da passagem de fase e abre novamente a tela para nova inserção.

O Fabril System, tem como propósito ser uma ferramenta para gestão e planejamento empresarial, e atender desde as necessidades administrativas, fiscais, como de produção. Na

Figura 18, são exemplificadas algumas respostas que podem ser encontradas com o uso da ferramenta.



Figura 18 - Funcionalidades do sistema e suas soluções.

Fonte: Página da Lógica <sup>4</sup>.

A Figura 24 apresenta o diagrama de caso de uso referente ao módulo Industrial do ERP, suas funções para registro de processos e fases de produção.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.logicainfo.com.br/solucoes/manufatura/>. Acesso em abril 2024.

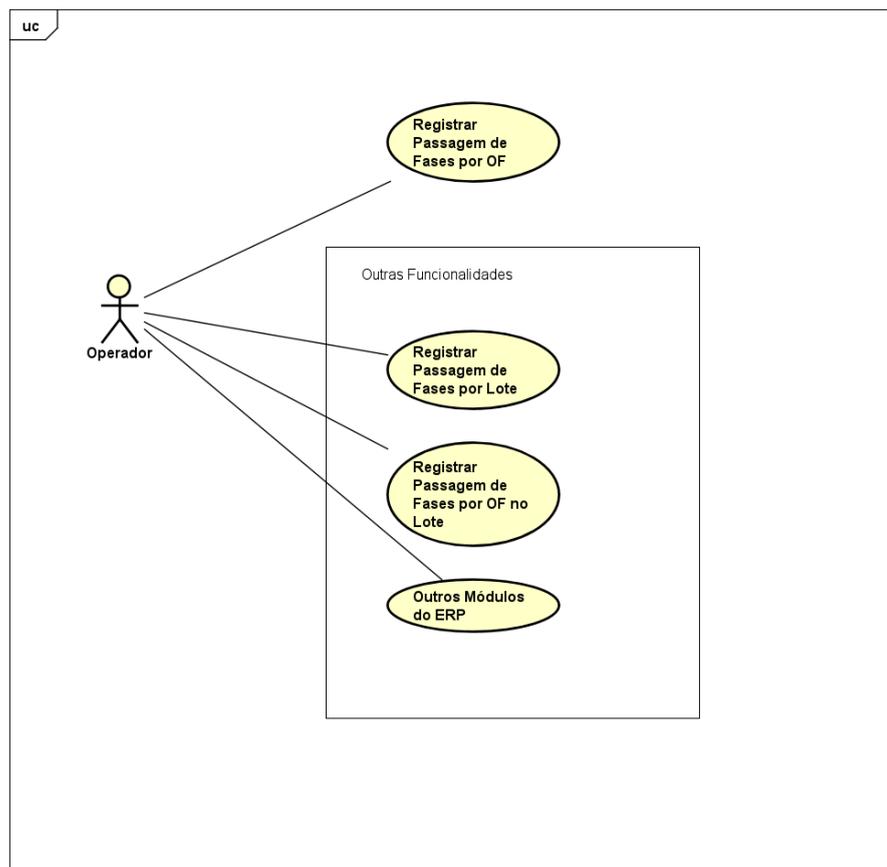


Figura 19 - Diagrama de casos de uso do ERP.

Fonte: Autor.

**Nome:** Registrar Passagem de Fases por OF

**Escopo:** Rotina executada no ERP.

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário acesse o sistema ERP e realize o registro da passagem de fase, o qual finaliza o processo descrito na OF.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- OF impressa com código de barras;
- Usuário conectado ao sistema ERP.

**Pós-condições:**

- O status da ordem é alterado no sistema conforme registrado pelo operador.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. Após o usuário logar no sistema ERP, seleciona o Módulo Industrial;
2. No menu superior, clique em “Processos”, Lançamento de Movimentos, Passagem de Fases, Por OF (Atalho CTRL + A);
3. O sistema exibirá a tela de Lista de Passagens de Fases.
4. Selecione a opção de Incluir, primeiro ícone do menu à esquerda.
5. O sistema exibirá então, a tela para preenchimento das informações da OF;
6. Informe o número da OF;
7. O sistema exibirá automaticamente as informações da OF, como produto, data de abertura e data da passagem;
8. Informe o código da Fase (presente na folha da OF impressa) que deseja registrar a passagem de fase;
9. O sistema exibirá a quantidade da passagem, para confirmação;
10. Após confirmar a quantidade, o sistema realiza o registro da passagem de fase e abre novamente a tela para nova inserção.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

6. a. O usuário informa incorretamente o número da OF. Caso seja informado um número de ordem que não exista. O sistema exibirá mensagem de OF inexistente.

8. a. O usuário informa o código da OF de uma fase que não existe para a ordem. O sistema exibe mensagem de fase incorreta.

8. b. O usuário informa o código da OF de uma fase na qual a fase anterior ainda não foi registrada. O sistema exibe mensagem que não há registro para a fase anterior.

Após a análise das rotinas e levantamento dos dados do ERP, chegamos ao seguinte fluxograma do processo da Fábrica no registro das passagens de produção. Exemplificado na Figura 20.

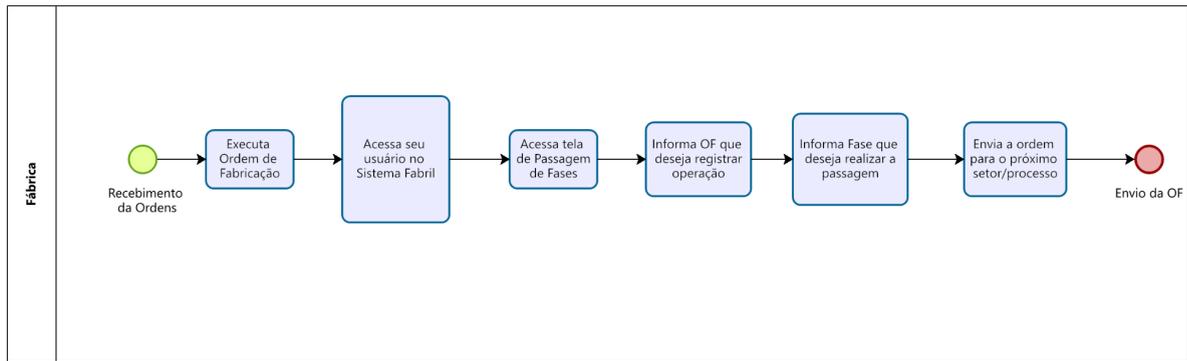


Figura 20 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.

Fonte: Autor.

### 3.3.2. Aplicação Chão de Fábrica

O aplicativo *mobile* Chão de Fábrica, também é uma ferramenta desenvolvida pela empresa Lógica, integrada e dependente do ERP Fabril System, que possibilita realizar a passagem de fases, planilhamento de horas e outros diversos apontamentos de fabricação na palma da sua mão realizando integração direta com o ERP com atualização dos dados em tempo de execução.

Tem como requisitos do sistema os seguintes itens:

- Dispositivo móvel (Tablet ou celular, com sistema Android);
- Acesso a rede;
- Aplicação conFIGurada no servidor (serviço Apache Tomcat 7);
- Necessita que o usuário possua o ERP Fabril System.

Além dos requisitos físicos e de contrato listados anteriormente, a seguir será demonstrado o uso do software para realização do registro do processo de passagem de fase pelo operador.

Pré-requisitos de Sistema:

- Usuário criado e parametrizado para o uso do aplicativo (nos parâmetros do módulo Engenharia).

1. Ao acessar o aplicativo no celular ou tablet Android, a tela de login será exibida, onde o usuário deve informar seu login e senha do sistema ERP, previamente configurado para permitir o acesso ao aplicativo. Conforme Figura 21.

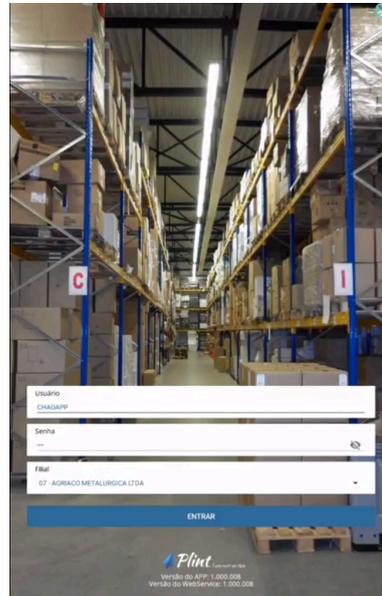


Figura 21 - Tela de Login

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

2. O segundo passo, é selecionar a rotina a qual deseja ser executada. Nesta tela conforme Figura 22 serão apresentadas as opções conforme configurações prévias do usuário no ERP.

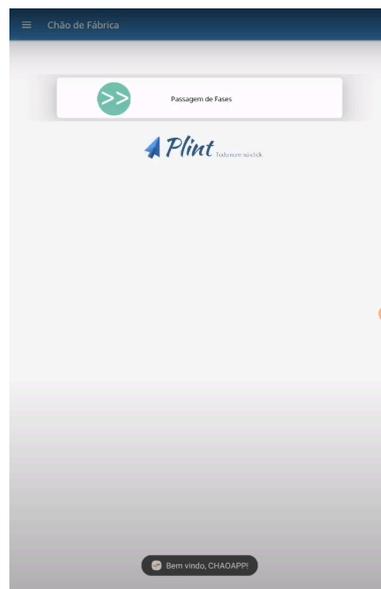


Figura 22 - Tela de seleção de rotina.

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

3. Também na tela de seleção da rotina, há o menu lateral de configuração do aplicativo e das rotinas, conforme Figura 23.

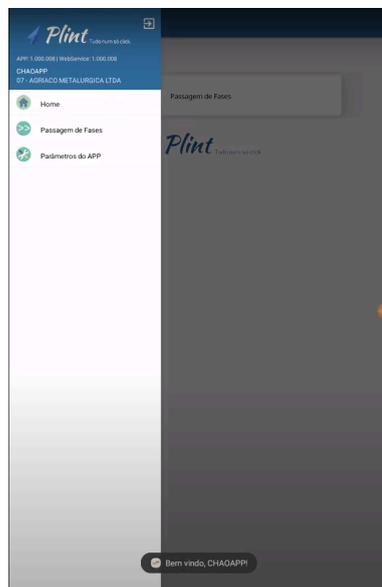


Figura 23 - Tela de menu do sistema

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

4. Acessando os parâmetros das "Passagens de fases", o sistema apresenta a opção de "Utilizar a Câmera para Leitura de Código de Barras", a qual será selecionado, conforme Figura 24.

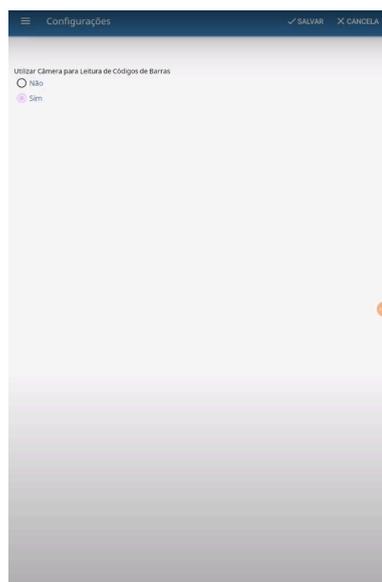


Figura 24 - Tela de configuração

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

5. Acessando a rotina de Passagem de Fase, o sistema apresenta a tela de coleta das informações e suas duas opções, inserir os números manualmente do código de barras da ordem, ou realizar a leitura através da câmera. Conforme apresentado na Figura 25.

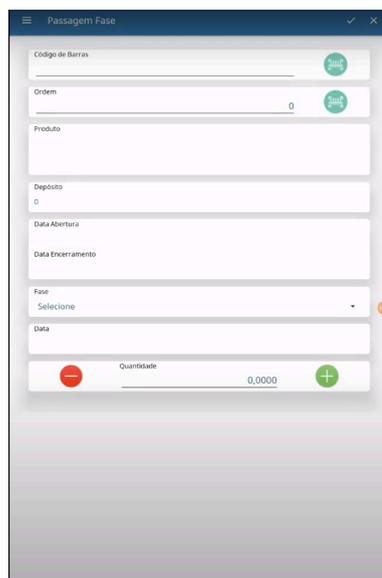


Figura 25 - Tela de passagem de fase

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

6. Conforme foi selecionado no parâmetro, anteriormente, ao clicar no botão de código de barras em verde, o aplicativo abre a câmera do dispositivo e ao focar no código de barras da ordem, realiza a inserção dos números sem a necessidade de digitação. Conforme apresentado na Figura 26.



Figura 26 - Tela de captura do código de barras pela câmera do tablet.

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

7. A Figura 27, ilustra a tela após reconhecimento do código de barras e preenchimento das demais informações da ordem de fabricação, seu processo e quantidade realizada.

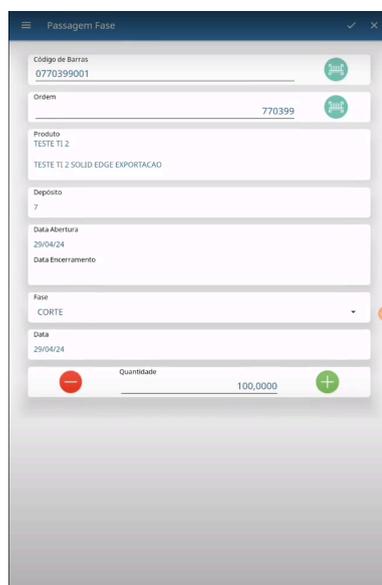


Figura 27 - Tela de passagem de fase após captura do código de barras

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

8. Por fim, ao clicar no botão de “Confirmar” acima, o aplicativo integra suas informações com o ERP (caso não apresente nenhum erro durante a passagem). Conforme apresentado na Figura 28.

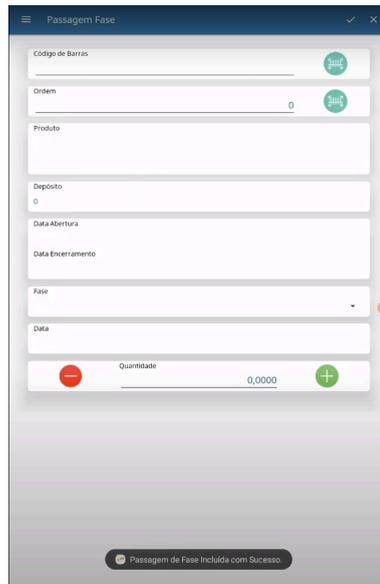


Figura 28 - Tela de passagem de fase após a passagem da fase.

Fonte: Foto retirada do aplicativo de coleta chão de fábrica.

O aplicativo possui várias funcionalidades parametrizáveis através do ERP e licença comercial, podendo ser utilizado para, Requisições, Devoluções, Reportes de OF, Planilhamento de Horas (de produção), Planilhamento de Paradas, Passagem de Processos, conforme Figura 29.

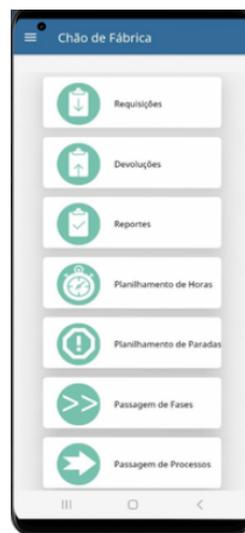


Figura 29 - Tela inicial do aplicativo, com todas aplicações ativas.

Fonte: Imagem adaptada de folder comercial da Lógica.

Para este trabalho, analisaremos apenas a parte de Passagem de Fases, que é o foco da implantação, a Figura 30 apresenta o diagrama de caso de uso referente ao aplicativo móvel analisado anteriormente.

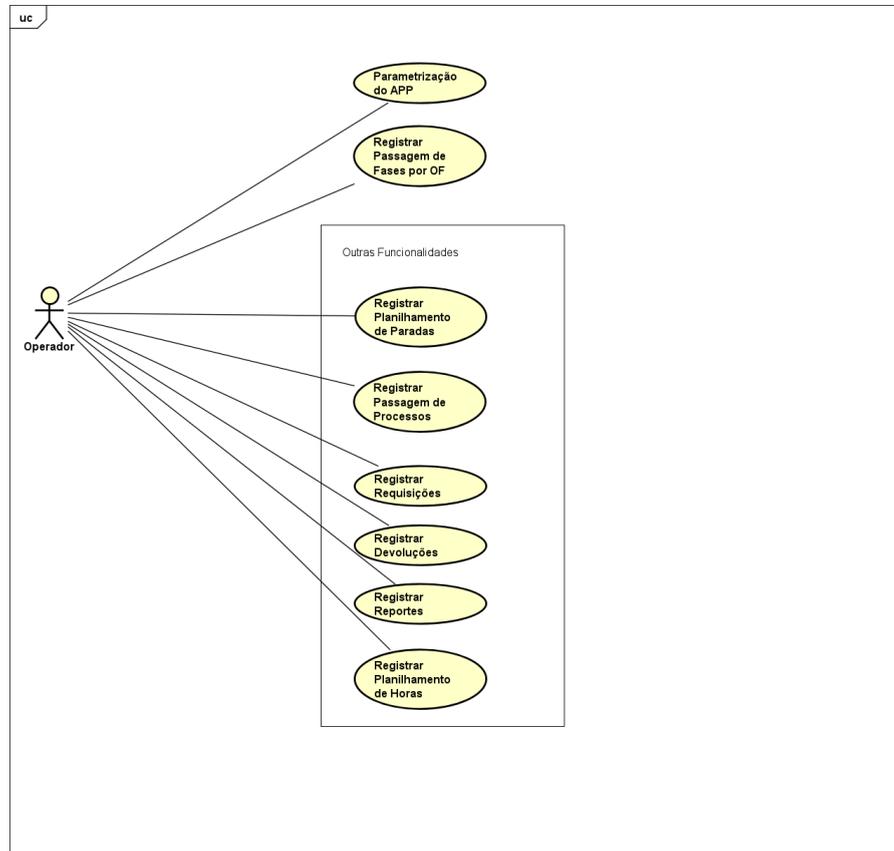


Figura 30 - Diagrama de casos de uso do APP.

Fonte: autor.

Abaixo, será apresentada a descrição dos casos de uso analisados durante a construção do trabalho, focados no problema do registro das passagens de fases.

**Nome:** Parametrizar o aplicativo

**Escopo:** Aplicativo mobile de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário parametrize o aplicativo de coleta de dados do Chão de Fábrica, configurando-o da forma que achar necessário para efetuar suas atividades.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- O ator primário está logado no sistema.

**Pós-condições:**

- As parametrizações são salvas de acordo com o perfil do usuário logado, e ativam ou desativam as funções conforme configurado.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário clica no botão de menu, representado em “três barrinhas”.
2. O sistema abre o menu lateral apresentando as opções do Menu.
3. O ator primário seleciona a opção de Parâmetros do APP.
4. O sistema abre a tela dos parâmetros do aplicativo.
5. O ator marca as configurações conforme desejado.
6. O ator seleciona a opção “Salvar”, no canto superior direito.
7. O sistema salva as opções selecionadas e retorna à tela inicial.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

**Nome:** Registrar Passagem de Fase por OF

**Escopo:** Aplicativo mobile de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário realize o registro da produção através da leitura do código de barras.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- O parâmetro de “Utilizar câmera para leitura de código de barras” deve estar habilitado.

- O código de barras deve estar informado na página de impressão da ordem de fabricação.

**Pós-condições:**

- O status da produção é atualizado no sistema, refletindo o progresso nas fases da ordem de produção.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário seleciona na tela inicial a opção de Passagem de Fases.
2. O sistema abre a tela de registro das passagens de fase.
3. O ator primário seleciona a opção de leitura do código de barras.
4. O sistema abre a tela da câmera do celular, aguardando o usuário posicionar o código de barras ao centro da câmera.
5. O usuário posiciona o código de barras na câmera.
6. O sistema realiza a leitura da ordem de fabricação e operação e preenche o restante das informações da tela.
7. O ator primário verifica se as informações estão corretas e confirma.
8. O sistema realiza através da integração entre os sistemas, o registro no ERP da passagem de fase.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

5.a. A ordem impressa não possui código de barras. Obrigando o usuário a digitar o código informado.

6. a. O sistema verifica que a ordem já possui registro. É apresentada mensagem que a Ordem já foi encerrada.

A partir da Figura 31 é apresentada uma visão de como será o processo de registro de produção utilizando o aplicativo móvel de coleta de dados.

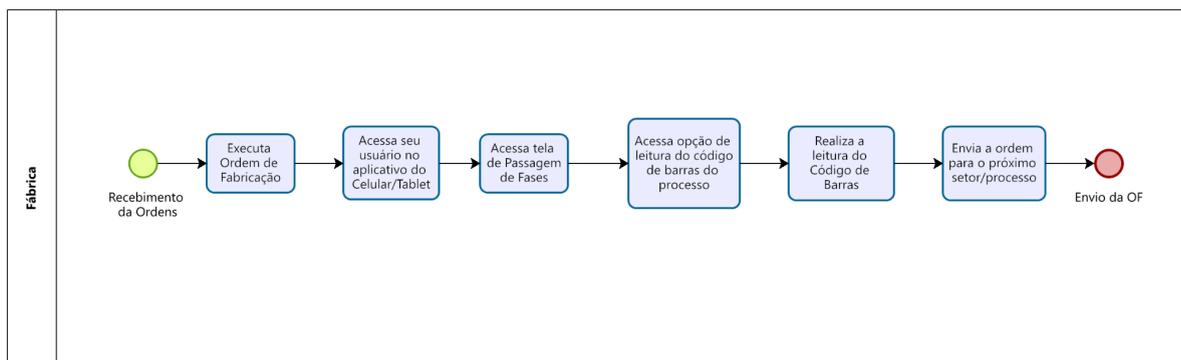


Figura 31 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.

Fonte: Autor.

### 3.4.3 Coleta Chão de Fábrica

O software de coleta de dados Chão de Fábrica do ERP, também desenvolvido pela Lógica e integrado e dependente do ERP, é um módulo específico para passagens de fase, planilhamento de horas e outros processos fabris, que exige os mesmos requisitos de hardware e software que o ERP, e, realiza o controle através do usuário, que precisa estar previamente cadastrado e parametrizado na rotina de “Engenharia” do ERP.

Tem como requisitos do sistema os seguintes itens:

- Necessita que o usuário possua o ERP Fabril System.
- Computador/Notebook Windows.

Pré-requisitos do sistema:

- Usuário criado e parametrizado para o uso do coletor chão de fábrica (nos parâmetros do módulo Engenharia).
- Habilitar opção de passagem de fases por código de barras.

Em seguida, será apresentado o passo a passo do Coleta Chão de Fábrica, para a realização do processo de registro de passagem de fases.

1. O usuário realiza o login no sistema;
2. O sistema apresenta tela com as rotinas previamente parametrizadas no ERP;

3. O usuário seleciona a opção de Passagem de Fases;
4. O sistema abre a tela para inserção do código de barras da fase da OF (Ordem de Fabricação);
5. Com a ordem de fabricação impressa, em mãos, realiza a leitura do código de barras da fase, a qual deseja fazer o registro;
6. O sistema realiza a leitura do código de barras e apresenta as informações da OF, como produto, fase, quantidade;
7. O usuário confirma os dados clicando em confirmar;
8. O sistema realiza o registro da passagem de fase da OF.

Assim como a aplicação para dispositivos móveis, o Coletor de dados Chão de fábrica, possui diversas funcionalidades como exemplificado na Figura 37 abaixo.



Figura 32 - Diagrama de casos de uso do Chão de Fábrica.

Fonte: autor.

**Nome:** Registrar Passagem de Fase por OF

**Escopo:** Módulo de coleta de dados Chão de Fábrica

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário realize o registro da produção através da leitura do código de barras.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- O código de barras deve estar informado na página de impressão da ordem de fabricação.

**Pós-condições:**

- O status da produção é atualizado no sistema, refletindo o progresso nas fases da ordem de produção.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O usuário realiza o login no sistema;
2. O sistema apresenta tela com as rotinas previamente parametrizadas no ERP;
3. O usuário seleciona a opção de Passagem de Fases;
4. O sistema abre a tela para inserção do código de barras da fase da OF (Ordem de Fabricação);
5. Com a ordem de fabricação impressa, em mãos, realiza a leitura do código de barras da fase, a qual deseja fazer o registro;
6. O sistema realiza a leitura do código de barras e apresenta as informações da OF, como produto, fase, quantidade;
7. O usuário confirma os dados clicando em confirmar;
8. O sistema realiza o registro da passagem de fase da OF.

### Fluxos de Eventos de Exceção:

5.a. A ordem impressa não possui código de barras. Obrigando o usuário a digitar o código informado.

6. a. O sistema verifica que a ordem já possui registro. É apresentada mensagem que a Ordem já foi encerrada.

A partir da Figura 33 é apresentada uma visão de como será o processo de registro de produção utilizando a aplicação de coleta de dados Chão de Fábrica, módulo do ERP.

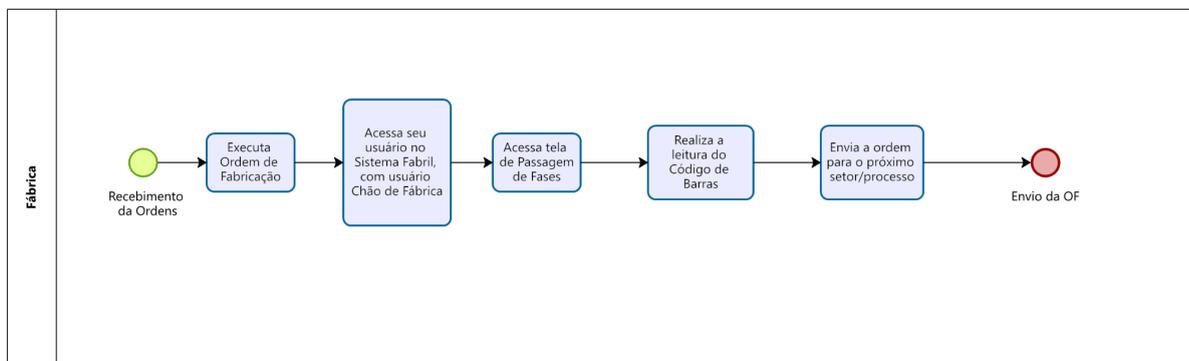


Figura 33 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.

Fonte: Autor.

#### 3.4.4 Syneco - SKA (MES)

O Syneco é um sistema MES (Manufacturing Execution System) da SKA, destinado à gestão e controle da produção em tempo real. Ele permite monitorar e otimizar processos fabris, integrando áreas como administração, financeiro e qualidade, proporcionando relatórios personalizados e uma visão abrangente da produção. Utilizado também em práticas de Lean Manufacturing, o Syneco é ideal para empresas que buscam aumentar a eficiência e a competitividade no mercado global (SKA,2024).

Tem como requisitos do sistema os seguintes itens:

- Servidor para hospedagem dos serviços
- Banco de dados SQL Server.
- Terminal para acesso ao sistema, permite dispositivos móveis e computadores.

Em seguida, será apresentado o passo a passo do Syneco, para a realização do processo de registro de passagem de fases.

1. Acesso ao sistema Syneco.
2. Executa checklist de manutenção e conferências do uso de EPI 's, previamente parametrizados.
3. Na tela inicial o usuário seleciona a opção de “Produção”, conforme representado na Figura 34.



Figura 34 - Tela inicial do terminal Syneco.

Fonte: (SKA, 2019).

4. Na tela de produção, serão listadas as ordens a serem produzidas, conforme Figura 35.

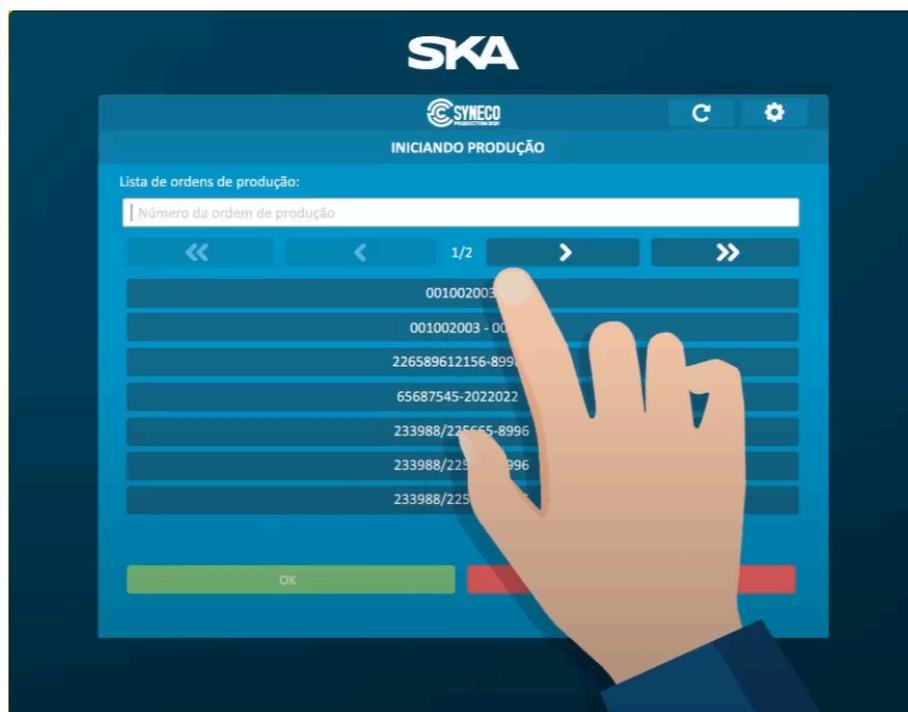


Figura 35 - Tela de seleção das ordens de produção a serem realizadas

Fonte: (SKA, 2019).

5. Após seleção da ordem a ser produzida, o sistema retorna à tela inicial, com as informações da OF. Conforme Figura 36.



Figura 36 - Tela do terminal com informações da OF.

Fonte: (SKA, 2019).

6. Após a seleção da OF, o operador executa sua operação e registra no terminal Syneco.

7. O processo de registro pode ocorrer, através da leitura do código de barras, ou informando a conclusão através do terminal.

A solução Syneco, por ser uma ferramenta específica para coleta de dados fabris, possui uma solução completa, desde o software até o hardware necessário para rodar seu sistema, que possui diversas funcionalidades como exemplificado na Figura 37 abaixo.

Além dos terminais de hardware, a SKA, possui uma solução de coletor inteligente, que a partir dos sinais de entrada e saída de energia das máquinas CNC, consegue controlar o término dos processos e paradas realizadas pela máquina e registrá-los automaticamente.

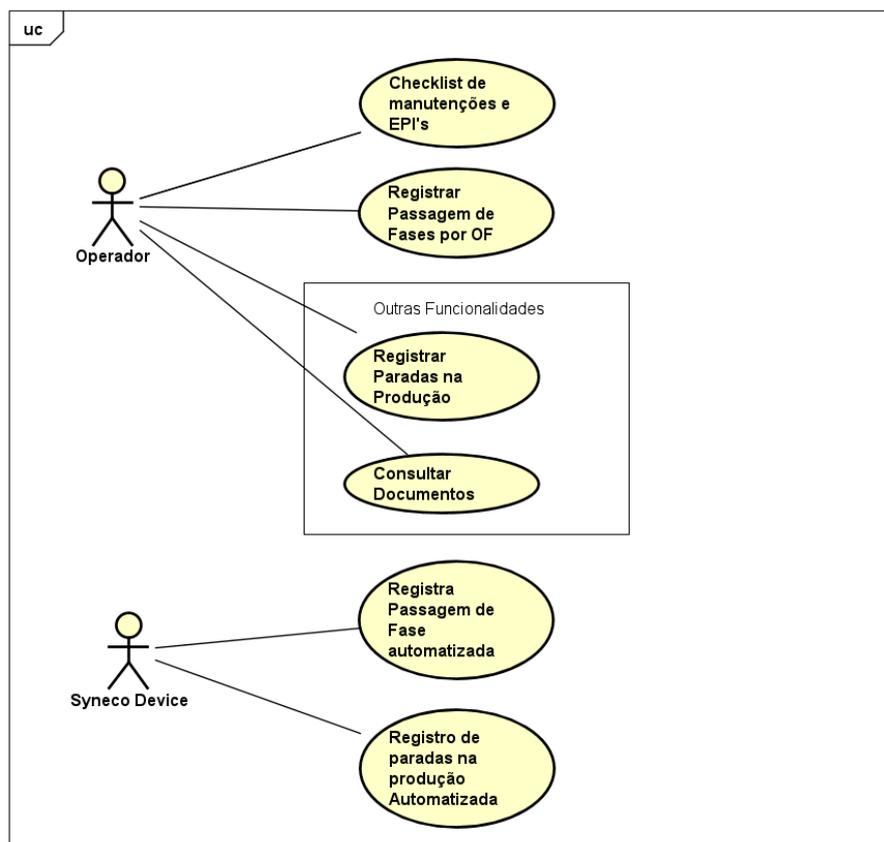


Figura 37 - Diagrama de casos de uso do Syneco.

Fonte: O autor.

**Nome:** Checklist de Manutenção e EPI's

**Escopo:** Sistema Syneco.

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário realize o *checklist* de manutenção do equipamento e uso dos EPI 's pelo operador.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- O ator primário está logado no sistema.

**Pós-condições:**

- São registradas as ações realizadas pelo usuário, como as verificações na máquina que realizará a operação e o uso dos EPI 's necessários.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O ator primário realiza o login no sistema com seu usuário e senha.
2. O sistema exibe a tela para verificação dos itens de manutenção e EPI 's.
3. O usuário confirma os itens de manutenção e EPI 's previamente cadastrados.
4. Após a confirmação e revisão de todos os itens. O sistema exibe a tela inicial do sistema.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

**Nome:** Registrar Passagens de Fases por OF

**Escopo:** Sistema Syneco

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário realize o registro da passagem de fase da OF no sistema.

**Ator Primário:** Operador

**Pré-condições:**

- O ator primário está logado no sistema.

- O ator primário deve ter realizado o checklist ao logar.

**Pós-condições:**

- O status da produção é atualizado no sistema, refletindo o progresso nas fases da ordem de produção.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. Acesso ao sistema Syneco.
2. Executa checklist de manutenção e conferências do uso de EPI 's, previamente parametrizados.
3. Na tela inicial o usuário seleciona a opção de “Produção”, conforme representado na Figura 34.
4. Na tela de produção, serão listadas as ordens a serem produzidas, conforme Figura 35.
5. Após seleção da ordem a ser produzida, o sistema retorna à tela inicial, com as informações da OF. Conforme Figura 36.
6. Após a seleção da OF, o operador executa sua operação e registra no terminal Syneco.
7. O processo de registro pode ocorrer, através da leitura do código de barras, ou informando a conclusão através do terminal.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

**Nome:** Registrar Passagem de Fase Automatizada

**Escopo:** Sistema Syneco.

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário realize o registro automatizado da produção, através dos dados de entrada e saída de sinais eletrônicos das máquinas CNC.

**Ator Primário:** Syneco Device

**Pré-condições:**

- Uso exclusivo para máquinas CNC.
- Aquisição do dispositivo Syneco e parametrização em máquina CNC.
- Definição de tempo de operação das fases no ERP.

**Pós-condições:**

- O status da produção é atualizado no sistema, refletindo o progresso nas fases da ordem de produção.

**Fluxo de Eventos Normal:**

1. O dispositivo faz a leitura do início da operação da máquina CNC.
2. Através dos sinais elétricos e o tempo previsto do processo, registra a passagem de fase.

**Fluxos de Eventos de Exceção:**

**Nome:** Registrar Parada de Produção Automatizada

**Escopo:** Sistema Syneco.

**Descrição do Propósito:** Este caso de uso permite que o ator primário realize o registro automatizado de paradas na produção, através dos dados de entrada e saída de sinais eletrônicos das máquinas CNC.

**Ator Primário:** Syneco Device

**Pré-condições:**

- Aquisição do dispositivo Syneco e parametrização em máquina CNC.
- Definição de tempo de operação das fases no ERP.

**Pós-condições:**

- Registro das paradas de máquina.

### Fluxo de Eventos Normal:

1. O dispositivo faz a leitura do início da operação da máquina CNC.
2. O operador realiza a parada do processo ou, por algum problema na máquina ou programa CNC a máquina para seu processo.
3. Através dos sinais elétricos e o tempo previsto do processo, realiza o registro da parada.

### Fluxos de Eventos de Exceção:

A Figura 38, exemplifica com BPMN, qual será o processo após implementação da ferramenta Syneco.

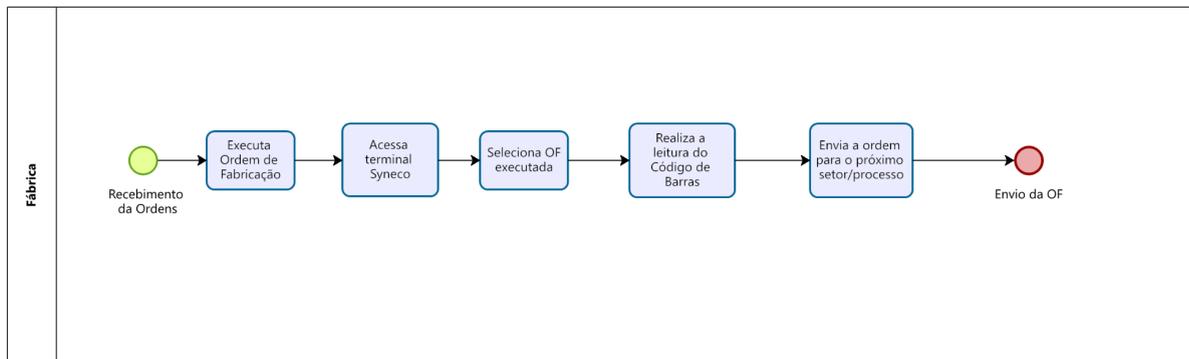


Figura 43 - Fluxograma da produção com o uso do aplicativo.

Fonte: Autor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. TABELA DE AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Após a análise e os testes das ferramentas mencionadas neste trabalho, foi elaborada a Tabela 2 abaixo, que mostra quais requisitos cada ferramenta atende, de acordo com suas características e funcionalidades.

Requisitos	ERP	APP - ERP	Coleta Chão de Fábrica	Syneco
<b>RF01</b> - Consulta estado da Produção	X	Possível no ERP	Possível no ERP	X
<b>RF02</b> - Registra Produção	X	X	X	X
<b>RF03</b> - Gerar relatórios de Produção	X			X
<b>RF04</b> - Configurar parâmetros de processos	X	X	X	X
<b>RF05</b> - Manter Usuário	X	X	X	X
<b>RF06</b> - Acessar o sistema	X	X	X	X
<b>RNF01</b> - Menor interação possível do operador	9	6	7	8
<b>RNF02</b> - Sistema não executado em dispositivo móvel/celular do operador.	X		X	X
<b>RNF03</b> - Permitir registro da produção através da leitura por código de barras	X	X	X	X

Tabela 2 - Requisitos de sistema atendidos ou não pelos sistemas analisados.

Fonte: Autor.

A Tabela 2 apresentada, lista diversos requisitos funcionais (RF) e não funcionais (RNF) de um sistema de produção, avaliando a capacidade de diferentes sistemas em atendê-los. Os sistemas analisados são ERP (Fabril System), APP-ERP (Aplicação Movel do ERP), Coleta Chão de Fábrica (Módulo específico do ERP) e Syneco (MES). O ERP (Enterprise Resource Planning) atende a todos os requisitos funcionais, incluindo consulta e registro de produção, geração de relatórios, configuração de parâmetros de processos, manutenção de usuários e acesso ao sistema. Porém, é o sistema que possui mais interações para realizar o registro e com a mesma licença o ERP, o sistema é executado em plataforma com sistema operacional diferente do Windows.

O APP-ERP possui capacidade para ser executado, mas sua eficácia depende do uso exclusivo do ERP para cumprir os requisitos funcionais e não funcionais, e mesmo sendo o sistema com menor número de interações necessárias para o registro, apresentou alguns problemas como foco da câmera para o registro da passagem de fase na OF.

Similar ao ERP e dependente como o APP, o sistema de Coleta Chão de Fábrica também atende a todos os requisitos funcionais listados. Este sistema oferece uma interação

um pouco maior do operador, mas ainda mantém a capacidade de suportar o registro de produção por leitura de código de barras. No entanto, assim como o ERP, o sistema de Coleta Chão de Fábrica não permite que com a mesma licença, o sistema seja executado, em plataforma com sistema operacional diferente do Windows.

O Syneco, por sua vez, cumpre todos os requisitos funcionais necessários. Em termos de requisitos não funcionais, oferece uma boa redução na interação do operador (com um valor de 8) e suporta o registro de produção por código de barras.

#### 4.2. TABELA DE INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Na Tabela 3 a seguir, vemos um resumo sobre os custos de cada uma das ferramentas, desde o seu custo com hardware, software e custo de implantação da ferramenta (capacitação dos envolvidos).

Está análise de custo foi feita para 5 terminais de acesso, onde, o valor composto no custo médio de Hardware para as opções de ERP e Coleta Chão de Fábrica, são 5 computadores na faixa de R\$3000,00 cada e leitores de código de barras. Para a solução do APP, o custo de hardware é de em média R\$800,00 reais por dispositivo móvel. Por fim, para a solução Syneco, serão alugados, ao custo mensal de R\$1320,00 terminais de acesso para os operadores.

O custo médio em software, é o custo mensal com licenciamento das ferramentas, onde no ERP, APP e Coleta Chão de fábrica, o valor unitário médio por licença está na faixa de R\$150,00 à R\$200,00 e na solução Syneco, R\$60,00.

Assim, no custo médio de implantação, estão alocados os valores de treinamento, desenvolvimento de API para integração das ferramentas e demais custos dos processos de implantação da ferramenta até seu uso pelos usuários finais.

Custo	ERP	APP - ERP	Coleta Chão de Fábrica	Syneco
Custo médio hardware	R\$ 16.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 16.000,00	R\$ 1.320,00
Custo médio software (mensal)	R\$ 960,00	R\$ 750,00	R\$ 750,00	R\$ 300,00

<b>Custo médio Implantação</b>	R\$ 680,00	R\$ 1.700,00	R\$ 3.360,00	R\$ 35.305,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 17.640,00</b>	<b>R\$ 6.450,00</b>	<b>R\$ 20.110,00</b>	<b>R\$ 36.925,00</b>

Tabela 3 - Custo médio de cada aplicação<sup>5</sup>.

Fonte: Autor

### 4.3. PROCESSO ESPERADO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE

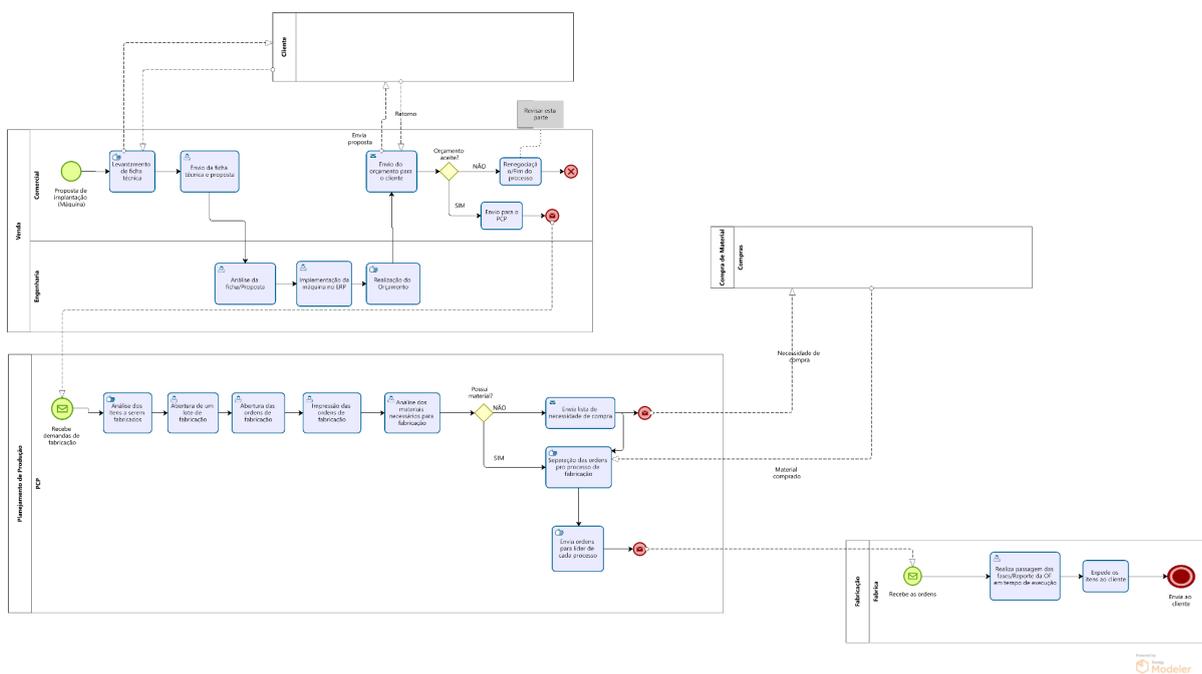


Figura 39 - Processo BPMN pós implementação do software.

Fonte: Autor.

A Figura 44 apresenta o modelo BPMN do processo esperado após implementação do software, que terá como principal ganho a informação em tempo real pelo operador da fábrica, que retira a necessidade de reporte das OF concluídas ao Líder de cada setor e do Líder para o PCP, para que então, esta informação seja enviada ao sistema.

<sup>5</sup> Os valores das ferramentas são baseados em orçamentos realizados diretamente para a empresa do estudo de caso, após negociações, no primeiro trimestre do ano de 2024, podem sofrer alterações dependendo das regras de negócio e propostas para outras datas e empresas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo a análise da solução que atendesse ao máximo dos requisitos levantados junto com a direção e setor operacional da empresa do estudo de caso.

O sistema escolhido devido aos fatores de custo e requisitos, foi o Syneco (MES) que já está em processo de implantação, qual, mesmo que o custo inicial de implantação fosse mais elevado em comparação com os demais softwares, ao longo do tempo e crescimento da empresa, a aplicação Syneco já está preparada e desenvolvida para estes avanços, não tendo custos adicionais de implantação, apenas de aquisição de hardware e ampliação das licenças.

Algumas regras ainda não foram discutidas e implementadas, como a passagem parcial de ordens, que durante o processo de implantação da ferramenta, serão analisadas e criadas novas regras de negócio, juntamente com fluxogramas para melhor entendimento.

## 6. REFERÊNCIAS

SGANDERLA, Kelly. Um guia para iniciar estudos em BPMN (I): Atividades e sequência. [S. l.], 19 nov. 2012. Disponível em: <http://blog.iprocess.com.br/2012/11/um-guia-para-iniciar-estudos-em-bpmn-i-atividades-e-sequencia/>. Acesso em: 1 abr. 2024.

LARMAN, Craig. Utilizando UML e padrões. Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577800476. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800476/>. Acesso em: 01 mai. 2024.

VALLE, Rogério; OLIVEIRA, Saulo Barbará de. **Análise e modelagem de processos de negócio: foco na notação BPMN (Business Process Modeling Notation)**. Grupo GEN, 2013. E-book. ISBN 9788522479917. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522479917/>. Acesso em: 26 mai. 2024.

BPMI/OMG. Business Process Modeling Notation (BPMN) Information. 2006. Disponível em: <http://www.bpmn.org>. Acesso em: 26 mai. 2024.

Business Process Model & Notation (BPMN) | Object Management Group. Disponível em: <<https://www.omg.org/bpmn/>>. Acesso em: 26 mai. 2024.

SCHOLTEN, B. MES Guide for Executives. [s.l.] ISA, 2009.

MCCLELLAN, M. Applying Manufacturing Execution Systems. [s.l.] CRC Press, 1997.

KLETTI, J. Manufacturing Execution System - MES. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2007.

KIRILL FAKHROUTDINOV. Use case diagrams are UML diagrams describing units of useful functionality (use cases) performed by a system in collaboration with external users (actors). Disponível em: <<https://www.uml-diagrams.org/use-case-diagrams.html>>.

Por que Bizagi? Disponível em: <<https://www.bizagi.com/pt/por-que-bizagi>>.

Premier Diagramming, Modeling Software & Tools. Disponível em: <<https://astah.net/>>.

SILVA, Sidnei Domingues da. Processos de programação, preparação e operação de torno cnc - 1ª edição - 2015. SRV Editora LTDA, 2015. E-book. ISBN 9788536531090. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531090/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

SCHACH, Stephen R. Engenharia de software. Grupo A, 2010. E-book. ISBN 9788563308443. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788563308443/>. Acesso em: 20 jun. 2024.