

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA E INSTITUTO DE FÍSICA  
ENGENHARIA FÍSICA

LARYSSA LANGE DO NASCIMENTO

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO DE  
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA DE  
PRODUTOS ELETRÔNICOS INDUSTRIAIS**

PROJETO PARA O TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA  
FÍSICA II

PORTO ALEGRE  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA E INSTITUTO DE FÍSICA  
ENGENHARIA FÍSICA

LARYSSA LANGE DO NASCIMENTO

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO DE  
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA DE  
PRODUTOS ELETRÔNICOS INDUSTRIAIS**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Física do Instituto de Física e da Escola de Engenharia da UFRGS como requisito obrigatório para aprovação da disciplina de Projeto Final de Curso em Engenharia Física II.

Orientadora: Camila Costa Dutra

PORTO ALEGRE  
2023

## RESUMO

O desenvolvimento de produto é o processo de criação de um novo produto ou a melhoria de tecnologias e características em um produto já existente, de forma a ir ao encontro da necessidade de um cliente e à demanda do mercado. Esse processo envolve uma série de etapas, como a geração de ideia, pesquisa e desenvolvimento, prototipagem, teste, produção e comercialização. Além disso, deve englobar todo o ciclo de vida do produto pós-lançamento, até a sua descontinuidade no mercado. Ser bem executado é crucial para o sucesso de uma empresa, pois permite que a organização inove, atenda às necessidades do cliente e fique à frente da concorrência.

Para que o processo de desenvolvimento de produto (PDP) ocorra existem muitos pontos que devem ser observados. Um aspecto importante, por exemplo, é a colaboração constante entre várias equipes, que vão atuar de forma paralela e ao longo das etapas, necessitando das entradas e saídas uns dos outros. Por isso, é de extrema relevância que exista uma gestão do processo eficiente e que seja capaz de padronizar as atividades, fomentar a melhoria contínua, e minimizar os problemas característicos desse processo.

Nesse trabalho a disciplina gerencial BPM (*Business Process Management*) e a análise do processo com SVM (Support Vector Machine) foram utilizadas em conjunto como solução para a otimização desse processo em uma empresa de produtos eletrônicos e sensores industriais.

**Palavras-chave:** desenvolvimento de Produto; processos de negócio; BPM; SVM.

## ABSTRACT

Product development is the process of creating a new product or improving technologies and features in an existing product in order to meet a customer's need and market demand. This process involves a series of steps, such as idea generation, research and development, prototyping, testing, production, and commercialization. In addition, it must encompass entire post-launch product life cycle, right through to its discontinuation in the marketplace. Its proper execution is crucial to success of a company, because it allows organization to innovate, meet customer needs, and stay ahead of competition.

For the product development process (PDP) to occur, there are many points that must be observed. An important aspect, for example, is constant collaboration between several teams, which will act in parallel and throughout the stages, requiring each other's inputs and outputs. Therefore, it is extremely important that there is an efficient process management that is capable of standardizing activities, fostering continuous improvement, and minimizing problems characteristic of this process.

In this work, the management discipline BPM (*Business Process Management*) and the analysis of the process with SVM (Support Vector Machine) was used together as a solution for the optimization of this process in a company of electronic products and industrial sensors.

**Keywords:** product development; business process; BPM; SVM.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as oportunidades que tive na vida até aqui.

Aos meus pais, Konrad e Nair, pelos privilégios na educação a que tive acesso.

Ao meu irmão, Luiz, por ser o meu refúgio em tantos momentos difíceis.

Ao meu padrinho, Joaquim, e aos meus tios, Ildo e Carmem, por todo o suporte ao longo da graduação.

Ao Onzi pela parceria e compreensão nos altos e baixos.

Aos amigos que a graduação me proporcionou e que levarei para a vida.

À minha orientadora, prof<sup>a</sup> Camila, que me deu todo o apoio e ferramentas necessários para que esse trabalho acontecesse.

Ao CEO, gestores e todos os envolvidos no processo da empresa pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

A todos os professores que de alguma forma fizeram a diferença na minha jornada acadêmica.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases do PDP na visão de diferentes autores, antes do modelo de Rozenfeld.[5]	5
Figura 2 – Visão geral das etapas do processo de desenvolvimento de produto.[1]	6
Figura 3 – Visão da organização separada por estruturas funcionais.	10
Figura 4 – As atividades ocorrem através da estrutura organizacional, por processos.	11
Figura 5 – O ciclo de vida BPM pode ser dividido em seis macro etapas.	13
Figura 6 – Os processos podem ser decompostos em níveis de aprofundamento.	15
Figura 7 – Esquema exemplificando o Redesenho <i>TO BE</i> . [12]	18
Figura 8 – Exemplo visual de classificação através do hiperplano gerado por SVM.	20
Figura 9 – As duas primeiras macro etapas da implementação e as etapas menores que compõem cada uma delas.	23
Figura 10 – O primeiro mapeamento ocorreu a partir da documentação de processo SIPOC.	25
Figura 11 – Exemplos de simbologia utilizada na notação BPMN 2.0, e presente no software <i>Bizagi</i> [24].	27
Figura 12 – Estrutura inicial identificada baseada no modelo de Rozenfeld, 2006 [1].	30
Figura 13 – Estrutura do macro processo de desenvolvimento de produtos da empresa, com as áreas, os PQs (Procedimentos da Qualidade) e ITs (Instruções de Trabalho) relacionados.	31
Figura 14 – Mapa SIPOC da IT 040 - Criação e Alteração de estrutura.	32
Figura 15 – Parte inicial do mapa SIPOC do PQ 004 - Processo de P&D: criação de novos projetos.	33
Figura 16 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Gestão de Portfólio, Campanha de Requisitos e Planejamento de Projeto.	34
Figura 17 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Desenvolvimento de produtos (pré-protótipo de PM em SMD).	34
Figura 18 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Desenvolvimento de produtos (pós-protótipo de PM em SMD).	35
Figura 19 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Planejamento e produção de Lote Piloto, Campanha de Lançamento e Campanha de descontinuidade de produto.	35
Figura 20 – Estrutura de solicitações de alteração de produto (SAPs).	36
Figura 21 – Estrutura de solicitações de cadastro de produto especial (SCPEs) e de instruções de alteração provisória (IAPs).	36
Figura 22 – Modelagem de "Campanha de Requisitos".	38
Figura 23 – Modelagem de "Planejamento de projetos".	39

Figura 24 – Modelagem de "Desenvolvimento de produtos (pré-protótipo de PM em SMD)". . . . .	40
Figura 25 – Modelagem de "Desenvolvimento de Hardware 1". É um subprocesso com muitas etapas de validação e interação com outras áreas. . . . .	41
Figura 26 – Exemplo de fluxo publicado para revisão, podendo acessar facilmente as regras de negócio em cada atividade. . . . .	43
Figura 27 – Valores puros de faturamento anual por SCPE desde 2019. . . . .	44
Figura 28 – Gráfico da média móvel dos valores de faturamento por SCPE desde 2019. . . . .	45
Figura 29 – Gráfico da variância móvel dos valores de faturamento por SCPE desde 2019. . . . .	45
Figura 30 – Gráfico da variância móvel pela média móvel dos valores de faturamento por SCPE desde 2019, que servirão de base para o SVM. . . . .	46
Figura 31 – Hiperplano gerado para variância móvel e média móvel do faturamento anual das SCPEs. Os pontos em roxo são o faturamento anual das SCPEs com bom desempenho, e os pontos em amarelo são o faturamento anual das SCPEs com desempenho ruim. . . . .	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPM	Business Process Management
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
SVM	Support Vector Machine
BU	Business Unite
SCPE	Solicitação de Cadastro de Produto Especial
SAP	Solicitação de Alteração de Produto
IAP	Instrução de Alteração Provisória
PQ	Procedimento da Qualidade
IT	Instrução de Trabalho
PM	Placa Montada
SMD	Surface Mounted Device



## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 – MOTIVAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>3 – OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
<b>4 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>5</b>
4.1 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)	5
4.1.1 DEFINIÇÃO E MODELOS	5
4.1.2 CARACTERÍSTICAS	7
4.1.3 PROBLEMAS COMUNS	7
4.1.4 IMPORTÂNCIA DO PDP NAS ORGANIZAÇÕES	8
4.1.5 IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DO PDP	9
4.2 BPM ( <i>BUSINESS PROCESS MANAGEMENT</i> )	10
4.2.1 ETAPA 1: MAPEAMENTO <i>AS IS</i>	13
4.2.2 ETAPA 2: MODELAGEM E ANÁLISE DO MAPEAMENTO <i>AS IS</i>	14
4.2.3 ETAPA 3: REDESENHO <i>TO BE</i>	17
4.2.4 ETAPA 4: IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES E MELHORIAS	18
4.2.5 ETAPA 5: MONITORAMENTO DO PROCESSO E DAS AÇÕES IMPLEMENTADAS	18
4.2.6 ETAPA 6: REFINAMENTO	19
4.3 SVM ( <i>SUPPORT VECTOR MACHINE</i> )	19
4.3.1 SVM Linear:	21
4.3.2 Método de Kernel (não linear):	21
<b>5 – METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
5.1 CENÁRIO DE ESTUDO	23
5.2 MACRO ETAPA 1: MAPEAMENTO DO PROCESSO CONFORME OCORRÊNCIA ATUAL - <i>AS IS</i>	24
5.3 MACRO ETAPA 2: MODELAGEM E ANÁLISE DO MAPEAMENTO <i>AS IS</i>	26
<b>6 – RESULTADOS</b>	<b>29</b>
6.1 MAPEAMENTO DO PDP	29
6.1.1 <i>Kick-off</i> :	29
6.1.2 Identificação do modelo de referência:	29
6.1.3 Mapeamento via SIPOC	31

6.1.4	Entrevistas e acompanhamento in loco: . . . . .	32
6.2	MODELAGEM E ANÁLISE . . . . .	37
6.2.1	Modelagem . . . . .	37
6.2.2	Definição dos dados para análise . . . . .	41
6.2.3	Validação do mapeamento . . . . .	42
6.2.4	Análise via SVM ( <i>Support Vector Machine</i> ) . . . . .	43
<b>7</b>	<b>– CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>48</b>
7.1	TRABALHOS FUTUROS . . . . .	48
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento, o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) tem sido considerado cada vez mais crucial para a competitividade das empresas, em especial com a crescente internacionalização dos mercados, aumento da diversidade e variedade de produtos disponíveis e da redução de seu ciclo de vida mercadológica. É um processo que está entre a empresa e o mercado, em que o produto desenvolvido pela empresa deva atender às expectativas e necessidades do mercado antes de seus concorrentes para garantir vantagem. Ainda antes de chegar ao cliente, esse processo deve garantir que o produto desenvolvido seja facilmente produzido dentro da empresa, dentro das limitações e realidade, com qualidade.[1]

Considerando a importância de novos produtos no sucesso da organização, um dos aspectos mais relevantes para garantir o seu alto desempenho é a habilidade de gestão do processo de desenvolvimento e do compartilhamento sistêmico dos conhecimentos entre as equipes envolvidas. Outro fator impactante são as características particulares que possui, como grau de incerteza e de complexidade, alto fluxo de informações entre muitas áreas da empresa, e decisões que devem ser tomadas no início do processo e que se tornam difíceis de serem mudadas posteriormente. [1,4]

Uma das alternativas eficazes para se estabelecer uma gestão do PDP nas empresas é a disciplina BPM (*Business Process Management*), que tem como objetivo identificar, projetar, executar, documentar, medir, monitorar e controlar processos de negócios automatizados e não automatizados para alcançar resultados consistentes e direcionados, alinhados com os objetivos estratégicos da organização. Ele pressupõe que os objetivos organizacionais possam ser alcançados por meio da definição, engenharia, controle e dedicação à melhoria contínua dos principais processos de negócio multifuncionais da organização. [8]

Para que seja viável a implementação do BPM em uma organização, é necessário haver uma mudança na estratégia e na visão da estrutura organizacional, onde o fluxo de atividades deixa de ser visto por grupos funcionais, e passa a ser enxergado do ponto de vista de processos de ponta a ponta. Não é uma mudança trivial ou rápida de ser executada, e o tempo total da implementação pode variar com inúmeros fatores, como a cultura, o nível de apoio da alta direção e das pessoas envolvidas, a facilidade de acesso às informações, e o nível de padronização e documentação existente sobre as atividades da empresa.

O BPM depende, também, da participação ativa dos envolvidos do processo, pois a veracidade e adequação das etapas só é possível com a transparência e colaboração de quem executa as atividades. Portanto, cada uma das etapas de implementação de que é composto deve ser realizada com a captação de opinião e informação constante dos executores do processo. Nas etapas que envolvem análise do processo, é possível utilizar ferramentas de análise de dados e *machine learning*. Entre as ferramentas disponíveis, tem-se SVM (*Support Vector Machine*), um conjunto de algoritmos capazes de classificar e prever dados, que pode ser um recurso a

---

mais para auxiliar na visualização do cenário atual do processo e na escolha de alternativas para solucionar problemas existentes, gerando insumos importantes para a etapa de redesenho do processo.[22,23]

## 2 MOTIVAÇÃO

No ramo de automação industrial, o desenvolvimento de produtos tem um alto impacto no desempenho e sucesso da empresa. Assim, um mapeamento detalhado desse processo pode ser capaz de identificar pontos importantes de melhoria, e gerar resultados relevantes na entrega de valor final.

Esse projeto foi desenvolvido em parceria com uma empresa que trabalha com produtos para automação industrial, e que possui como um dos processos de negócio o desenvolvimento de produto.

A motivação para a abordagem utilizada no trabalho ser a disciplina gerencial BPM (*Business Process Management*) se dá pelo alinhamento ao Planejamento Estratégico atual da empresa de visualizar sua estrutura organizacional pelo ponto de vista de processos de ponta a ponta.

A motivação para uso do SVM (*Support Vector Machine*) como ferramenta nas análises dos dados se dá por suas características de classificação e predição de dados, que pode ser útil na classificação de desempenho de produtos já lançados e auxiliar na predição de desempenho de novos projetos.

A escolha do PDP como o alvo de implementação do BPM nesse momento se dá pelo fato de ser um processo de alto impacto nos resultados da empresa, e que ainda sofre com os problemas típicos gerados pela departamentalização da estrutura funcional, dificultando a fluidez das atividades entre os setores e afetando o seu desempenho final. Assim, este trabalho se mostra bastante vantajoso para a melhoria do PDP na empresa.

### 3 OBJETIVOS

O processo de desenvolvimento de produtos é dinâmico e possui muitas incertezas, além de ter um nível de complexidade elevado, dificultando que seja visualizado de ponta a ponta. Assim, é possível relacionar a excelência de empresas nesse processo com o padrão que conseguem atingir de forma coerente e consistente, incluindo estratégias e estrutura organizacional, sistematização de atividades, cultura, habilidade técnica e na resolução de problemas.

O objetivo desse trabalho é mapear e analisar o processo de desenvolvimento de produtos em uma empresa de produtos eletrônicos industriais, a fim de garantir o alinhamento dos resultados com os objetivos estratégicos da empresa, buscando melhorias que aumentem sua padronização e eficiência, reduzam os pontos de atenção, como retrabalhos, gargalos, excessos de *hand-offs* e atividades muito manuais, e elevem o nível do seu desempenho final.

#### 3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atender o objetivo principal do trabalho tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Buscar modelos e referenciais na literatura para auxiliar nas análises de performance do processo;
- Identificar os objetivos estratégicos da empresa relacionados ao PDP;
- Identificar os setores e os responsáveis envolvidos no PDP;
- Selecionar ferramentas que serão utilizadas para mapear o PDP;
- Identificar etapas e atividades relacionadas ao PDP na empresa atual;
- Identificar as entradas e saídas das atividades ao longo do processo;
- Testar ferramenta de *machine learning* para análise de dados de um processo.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

#### 4.1.1 DEFINIÇÃO E MODELOS

O desenvolvimento de produto pode ser descrito como o processo pelo qual uma organização realiza a transformação de informações de oportunidades de mercado, bem como de possibilidades tecnológicas, em informações vantajosas para fabricação de um produto. [15]

Também pode ser definido como um conjunto de atividades em que se busca, considerando as necessidades do mercado e as possibilidades e restrições tecnológicas, e alinhado às estratégias competitivas e de produto da empresa, alcançar as especificações de projeto de um produto e de seu processo produtivo, viabilizando sua manufatura. Além disso, inclui as atividades relacionadas ao pré-lançamento (sendo esta, inclusive, uma fase com grande impacto no desempenho de mercado dos produtos desenvolvidos) [16], ao pós-lançamento, realizando mudanças quando necessário nas especificações, bem como o planejamento de descontinuidade do produto, ciclo de vida e lições aprendidas. O PDP abrange o desenvolvimento de novos produtos e a melhoria de produtos já existentes.[1] A Figura 1 apresenta a abrangência do PDP de acordo com diferentes autores:

Clark e Fujimoto (1991)	Krishnan e Ulrich (2001)	Pahl e Beitz (1996)	Kaminski (2000)	Crawford (2000)	Kotler (1998)	Bonsiepe (1984)
Conceito	Desenvolvimento do conceito	Especificação do projeto	Especificação da necessidade	Identificação de oportunidades	Geração de ideias	Problematização
Planejamento do produto	Projeto da cadeia de suprimentos	Concepção de projeto	Estudo da viabilidade	Geração de conceito	Triagem de ideias	Análise
Engenharia do produto	Desenvolvimento do produto	Projeto preliminar	Projeto básico	Avaliação de projeto	Desenvolvimento e teste	Definição do problema
Projeto do processo	Teste e validação do desempenho	Projeto detalhado	Projeto executivo	Desenvolvimento técnico	Estratégia de marketing	Anteprojeto
Produção piloto	Lançamento		Planejamento de produção Execução	Lançamento	Análise comercial	Avaliação
					Desenvolvimento Testes de mercado Comercialização	Realização Análise final

Figura 1 – Fases do PDP na visão de diferentes autores, antes do modelo de Rozenfeld.[5]

Tradicionalmente, o desenvolvimento de produtos era visto como a elaboração de um conjunto de informações sobre as especificações de um dado produto, como produzi-lo, e sobre como disponibilizá-lo para produção. Ainda hoje essa visão é empregada em empresas, mas é posta em xeque quando se considera as novas abordagens que empresas de ponta adotam para suas atividades, enxergando o PDP como um processo que envolve várias áreas e sua cadeia de suprimentos. Dessa forma, esse processo leva em conta todas essas atividades que o englobam, internamente, nas cadeias de suprimentos e distribuição, e que contribuem com a tradução dos conhecimentos sobre o mercado, os fornecedores e as janelas de oportunidade em

informações que serão relevantes ao longo de todo o ciclo de vida do produto. O PDP deve, portanto, incluir atividades que vão desde as etapas do planejamento estratégico da empresa até o momento de descontinuidade do produto no mercado. [1] A Figura 2 é o esquemático do PDP que servirá de base para este trabalho:

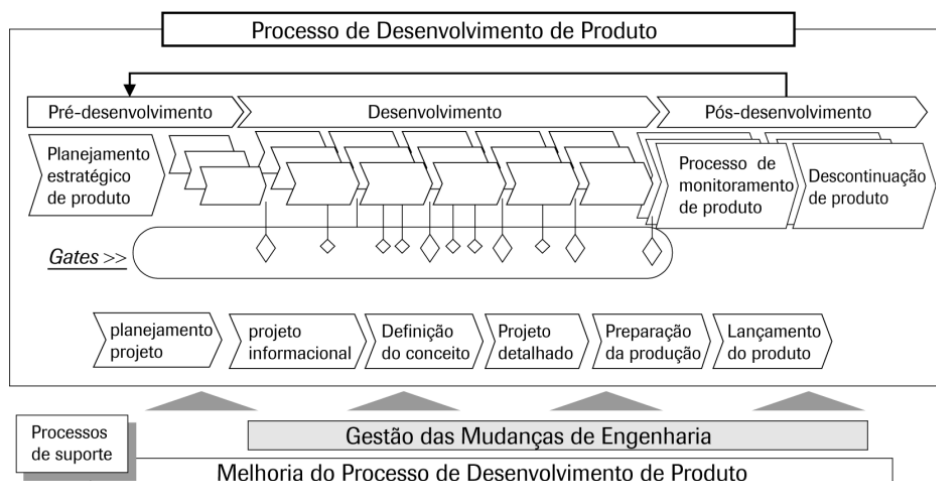


Figura 2 – Visão geral das etapas do processo de desenvolvimento de produto.[1]

Nesse modelo, o PDP pode ser dividido em três macro etapas:

- **Pré-desenvolvimento:** engloba duas etapas, **a)** Planejamento estratégico do desenvolvimento de produtos, incluindo o Portfólio de produtos da empresa e roadmap para desenvolvimento de novos produtos; e **b)** Planejamento do projeto, que abrange o escopo do projeto e do produto, cronograma, análise dos riscos e oportunidades, viabilidade econômica e planejamento para aquisições.
- **Desenvolvimento:** engloba cinco etapas, **a)** Projeto informacional, com a definição de requisitos do cliente e do produto, fornecedores e ciclo de vida do produto; **b)** Projeto conceitual, que engloba a lista inicial dos materiais necessários, layout e estilo do produto, e o macro processo de fabricação do produto; **c)** Projeto detalhado, que inclui detalhamento nos materiais utilizados no produto, o protótipo funcional, desenvolvimento dos fornecedores necessários, planejamento do processo de fabricação do produto, montagem e otimização, planejamento do fim da vida do produto, aprovação do projeto para desenvolvimento e homologação; **d)** Preparação da produção do produto, que contém o recebimento e a instalação de recursos, a produção de lote piloto, certificação do produto, homologação do processo e otimização da produção, treinamento e capacitação aos envolvidos no processo produtivo, planejamento do Marketing do produto; e **e)** Lançamento do produto, com o desenvolvimento das etapas de venda, distribuição, atendimento ao cliente, e assistência técnica.
- **Pós-desenvolvimento:** engloba duas etapas, **a)** Acompanhamento do produto, com relatórios de desempenho, lições aprendidas, propostas de alterações no produto e solicitação de descontinuidade de produto; e **b)** Descontinuidade de produto, com o



plano de descontinuidade e o relatório de retirada do produto do mercado.[6]

Esse conceito mostra, do ponto de vista de processo, o quão abrangente é, na verdade, o desenvolvimento de produtos, e, conseqüentemente, o quão relevante é a manutenção da padronização e controle dentro da realidade da empresa.

#### 4.1.2 CARACTERÍSTICAS

Quando comparado a outros processos de negócio, o PDP possui algumas particularidades. Entre as principais estão as seguintes:

- Alto grau de incertezas e de riscos das atividades e dos resultados;
- Decisões importantes precisam ser tomadas ainda no início do projeto, quando o nível de incerteza é maior;
- Dificuldades de se modificar as decisões tomadas inicialmente;
- As atividades do processo seguem um ciclo interativo do tipo Projetar-Construir-Testar-Otimizar;
- Geração e manipulação de um grande volume de informações;
- As informações e as atividades envolvem diversas fontes e áreas da empresa, incluindo fornecedores externos;
- Multiplicidade e complexidade dos requisitos necessários para o produto, quando considerado todo o ciclo de vida do produto e seus clientes.

O fato de que, a cada novo projeto, podem surgir problemas e desafios bem específicos, faz com que o processo não seja composto por atividades rotineiras, como costuma ocorrer para outros processos de negócio.[1]

Além disso, como as atividades que ocorrem ao longo do PDP dependem e são influenciadas por várias áreas da empresa (praticamente todas), é imprescindível a necessidade de compartilhamento e integração de informações entre todos os envolvidos. Por isso, é muito importante que haja comunicação clara e fluida entre as áreas e etapas do processo, e que haja um compartilhamento sistêmico de conhecimentos entre as equipes.[4]

#### 4.1.3 PROBLEMAS COMUNS

Ao longo dos anos foi possível identificar que, durante a execução do PDP, alguns problemas nas atividades são comuns de ocorrerem pelas próprias características do processo.

Conflitos relacionados às visões diferenciadas a respeito da concepção do produto ou da forma como ele deve ser projetado, ou de quem deveria ter a voz mais ativa na decisão de determinadas características do produto são questões que acontecem historicamente ao longo do PDP e ainda ocorre nos dias atuais. Os profissionais das áreas de Engenharia, por exemplo, tendem a ver o produto de forma mais centrada nas funcionalidades e aspectos físicos e estruturais; designers podem ter uma visão mais voltada a parte estética e ergonômica; e as áreas de Marketing, por outro lado, acabam tendo o foco nas características que impactem diretamente no atendimento das necessidades do cliente.[7] Mas o fato de haver tantas visões

ao longo do processo deve ser entendida como um ponto forte, já que tem o potencial de contribuir no esclarecimento de dúvidas entre as áreas com novas perspectivas. [2]

Existem mais alguns outros problemas que comumente ocorrem ao longo do desenvolvimento de produto, como

- falta de definições estratégicas no gerenciamento do portfólio de produtos;
- desenvolvimento de produtos planejados fora do escopo e foco do negócio;
- ausência de gerentes e parceiros de negócio na definição dos procedimentos de desenvolvimento de produtos e seus processos produtivos;
- falta de pontos de verificação / validação em relação aos estágios de desenvolvimento de produtos e processos;
- falta de uma metodologia específica de desenvolvimento de produto – procedimento empírico;
- falta de integração com outras áreas e departamentos da empresa;
- falta de conhecimento referente às formas de aplicação das metodologias e tecnologias mais recentemente desenvolvidas. [5]

Além disso, empresas que possuem como negócio produtos que envolvem hardware e software tem os problemas típicos intensificados, devido a necessidade de interação constante entre as equipes de software, firmware e hardware, além de todas as outras interações necessárias. [3]

Essas informações são muito relevantes para auxiliar no foco da abordagem do mapeamento e análise que serão feitos, uma vez que a empresa alvo do trabalho pertence essas etapas de desenvolvimento devido ao nicho de atuação.

#### 4.1.4 IMPORTÂNCIA DO PDP NAS ORGANIZAÇÕES

O PDP está situado na relação entre empresa e mercado, sendo o processo responsável por identificar (e antecipar) quais são as necessidades do mercado, propondo soluções, seja por produtos, seja por serviços, que sejam capazes de atender a essas necessidades. É nele que deve-se entender as possibilidades e limitações tecnológicas, as expectativas do cliente, o tempo adequado para o desenvolvimento para que não se perca as oportunidades, e o custo aceitável do produto. Além disso, deve-se garantir a facilidade de manufatura, dentro das restrições de custos e de qualidade da produção. Por tudo isso, o PDP é um processo muito importante estrategicamente, com seu desempenho impactando diretamente no sucesso da empresa.

Além disso, na literatura é possível encontrar diversas fontes que apontam para o papel importante que o PDP tem tido no ambiente competitivo, nas últimas décadas. É possível encontrar, também, vários estudos relevantes que analisam o desempenho de empresas a nível mundial (em especial em comparações entre indústrias japonesas e norte-americanas) e relacionam uma boa parcela da vantagem competitiva adquirida pela manufatura japonesa com o modo como os produtos são desenvolvidos e aperfeiçoados, a ponto de muitas empresas norte-americanas e europeias nos setores automobilísticos e eletrônicos incorporarem novos

conhecimentos sobre gestão do PDP a partir dos casos de sucessos japoneses.

Assim, o lançamento eficaz de novos produtos, bem como a melhoria daqueles que já existem no mercado, fazem parte do escopo do PDP, e são muito relevantes para a capacidade competitiva de empresas. [1]

Por fim, no Brasil existe, ainda, a constante necessidade de ser capaz de exportar produtos que tenham maior valor agregado, em vez de matérias-primas e produtos semiprocessados, a fim de equilíbrio e geração de superávits nas contas externas do país. Para isso, é fundamental uma maior capacitação e esforço de desenvolvimento de produto para que exista produtos brasileiros no mercado local com padrão equivalente ao de produtos importados, e, ao mesmo tempo, possibilidade de exportação de produtos com padrão internacional.[1,6]

#### 4.1.5 IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DO PDP

Ao longo dos anos, a relevância e importância do PDP nas empresas se tornou cada vez mais evidente. Apesar disso, e de haver uma unanimidade quanto a essa questão, ainda é comum de se ver casos de fracassos no desenvolvimento de novos produtos, independente do porte da empresa. Fica claro que, além de custos e desempenho técnico, o desenvolvimento deve buscar a qualidade na entrega dos diferentes requisitos esperados pelo cliente, tempo total de desenvolvimento precisa ser compatível com as janelas de oportunidade do mercado, e deve haver facilidade de produção. Os estudos têm mostrado, também, o quanto a identificação de problemas de especificação e requisitos ainda nos primeiros estágios do processo colaboram para uma grande redução nos custos totais do projeto.[1]

Por ser um processo dinâmico, o PDP possui muitas incertezas e um nível de complexidade elevado, dificultando que seja visualizado de ponta a ponta. Assim, é possível relacionar a excelência de empresas nesse processo com o padrão que conseguem atingir de forma coerente e consistente, incluindo estratégias e estrutura organizacional, sistematização de atividades, cultura, habilidade técnica e na resolução de problemas.[1,4]

Existem diversos modelos na literatura sobre gestão do PDP. No entanto, esse trabalho não tem como foco qualificar o modelo utilizado na empresa, mas sim estudar, a partir do modelo identificado, as atividades que ocorrem no processo e mapear a sequência e o modo como ocorrem, evidenciando os *inputs* e *outputs*, e entender, por exemplo, se cumprem com os critérios necessários para as etapas que se seguem.

Em geral, pode-se medir o desempenho do PDP através de indicadores que estejam associados à qualidade total do produto, aos custos do projeto, à produtividade e ao tempo total do processo. Também pode-se utilizar indicadores que meçam a contribuição do processo para a competitividade da empresa em questão de rentabilidade, crescimento, fortalecimento de imagem e de participação no mercado.[1] Esses, então, serão indicadores tipicamente utilizados na análise do processo a que se propões este trabalho.

## 4.2 BPM (*BUSINESS PROCESS MANAGEMENT*)

Quando se pensa em modos de organização empresarial, um modelo comumente utilizado é o de estrutura funcional. Esse é um modelo em que as atividades da empresa são agrupadas por função, e em que as áreas ou departamentos da empresa são definidos de acordo com a sua especialização, como finanças, marketing, produção, recursos humanos e assim por diante. Cada departamento é responsável por uma função específica da empresa, e cada um é liderado por um gestor funcional, que é responsável por supervisionar e gerenciar todas as atividades relacionadas à sua função. As equipes de cada departamento da estrutura funcional trabalham juntas para realizar as atividades necessárias para a operação da empresa, e em geral possuem indicadores locais, focados no desempenho do departamento. [12] A Figura 3 é uma representação dessa estrutura dividida por setores em uma organização:

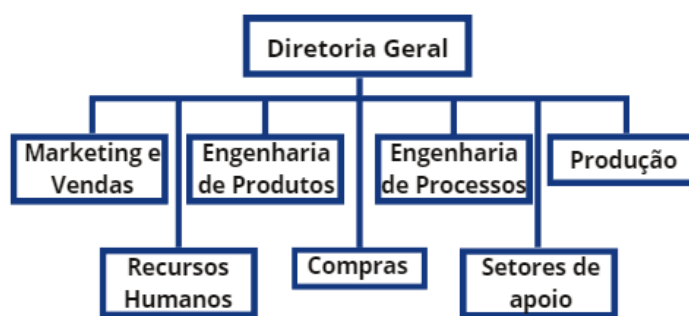


Figura 3 – Visão da organização separada por estruturas funcionais.

Essa visão de maximização de resultados locais relacionada ao foco em áreas funcionais da organização, no entanto, pode provocar alguns efeitos negativos, entre os quais os seguintes: **Silos de informações:** como as funções estão muito delimitadas por departamento, pode haver uma tendência das informações ficarem restritas dentro de cada departamento, limitando a fluidez da comunicação entre as áreas, dificultando o entendimento de como as diferentes partes da empresa se relacionam entre si e da visão da empresa como um todo;

**Conflitos entre departamentos:** como os indicadores são focados no desempenho local, pode haver diferenças de opinião e prioridades entre os departamentos, resultando em conflitos, atrasos, e dificuldades de implementar ações corretivas e de melhorias;

**Centralização:** a estrutura funcional pode ser muito centralizada, podendo levar a um excesso de hierarquia e burocracia, tornando a tomada de decisões lenta e a empresa inflexível.

**Dificuldade em inovar:** uma vez que cada departamento está focado em suas próprias funções e pode ser relutante em assumir riscos ou experimentar novas ideias, a empresa pode acabar tendo maior dificuldade em inovar.

Apesar de ser muito comum as empresas utilizarem o modelo de estrutura funcional, as suas atividades ocorrem como um fluxo através da estrutura organizacional, muitas vezes passando por dois ou mais departamentos, e cujo objetivo ao final desse fluxo é sempre o mesmo: o de entregar valor ao seu cliente final. Assim, faz sentido definir o modo como

as atividades ocorrem dentro de uma organização como sendo, na verdade, por processos, conforme representado na Figura 4: [11,12]

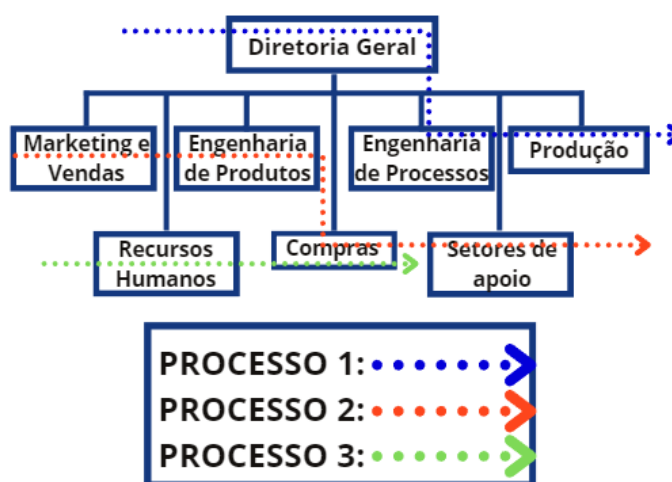


Figura 4 – As atividades ocorrem através da estrutura organizacional, por processos.

Uma das principais referências sobre o assunto definiu processos como específicas ordenações de atividades de trabalho através do tempo e do espaço, com um início, um fim e um conjunto claramente definido de entradas e saídas, sendo, portanto, uma estrutura para ação [13]. Ao longo dos anos, outros diversos autores definem o que é processo, e, de forma geral, é possível definir como um conjunto de atividades executadas de forma sequencial e que apresentam uma relação lógica entre si, sendo que essas atividades adicionam valor aos inputs (entradas/insumos) do processo, gerando um resultado identificável na forma de produtos, serviços ou informações: os *outputs* (saídas). O resultado do processo é sempre direcionado a um cliente, que pode ser interno ou externo. [14]

Nesse sentido, a empresa pode ser vista como uma coleção dos fluxos de valor voltados à satisfação das expectativas de um determinado grupo de clientes, com os processos utilizando os recursos da empresa para oferecer resultados objetivos aos seus clientes.[12] É a partir dessas definições sobre como ocorrem as atividades em uma estrutura organizacional, portanto, que serão realizadas as abordagens sobre o processo de desenvolvimento de produtos, e, conseqüentemente, a metodologia e as ferramentas para busca de melhoria desse processo no estudo de caso em questão.

O BPM (*Business Process Management*) é uma disciplina gerencial que trata os processos de negócio como ativos, e tem como objetivo identificar, projetar, executar, documentar, medir, monitorar e controlar processos de negócios automatizados e não automatizados para alcançar resultados consistentes e direcionados, alinhados com os objetivos estratégicos da organização. Ele pressupõe que os objetivos organizacionais possam ser alcançados por meio da definição, engenharia, controle e dedicação à melhoria contínua dos principais processos de negócio multifuncionais da organização. [8]

Para implementar o BPM em uma organização, é necessário uma mudança na estratégia

e na visão da estrutura organizacional, onde o fluxo de atividades passa a ser enxergado do ponto de vista de processos de ponta a ponta, e não mais divididas por setores. Não é uma mudança trivial ou rápida de ser executada, e o tempo total da implementação varia com inúmeros fatores, como a cultura, o nível de apoio da alta direção e das pessoas envolvidas, a facilidade de acesso às informações, e o nível de padronização e documentação existente sobre as atividades da empresa.

A aplicação do BPM na organização elimina vários problemas típicos de uma gestão departamentalizada, possibilitando uma série de ganhos a partir disso:

- **Elimina indicadores setorizados:** Com a visão das atividades por processos, gerando valor de ponta a ponta, o uso de indicadores departamentalizados deixa de fazer sentido, criando corresponsabilidade entre várias pessoas ao longo do processo.
- **Integração sistêmica entre áreas funcionais:** As entradas e saídas em cada parte do processo ficam mais claras, estabelecendo a necessidade de comunicação entre diferentes áreas integrantes do processo.
- **Aumento de rastreabilidade:** A partir do processo mapeado, com seu fluxo definido de ponta a ponta, o passo a passo das atividades se torna facilmente rastreável, trazendo vantagens em vistas a auditorias e à melhoria contínua.
- **Produtividade e efetividade:** Com a padronização, integração entre áreas e facilidade de melhoria contínua, a produtividade nos processos aumenta pela redução de tempo de atravessamento, eliminação de retrabalhos e burocracia, redução de necessidade de papel e maior geração de valor ponta a ponta.
- **Automatização:** A compreensão e padronização dos processos permitem a adoção de tecnologias de automatização, promovendo ganhos em várias esferas competitivas, como custos, qualidade, velocidade, flexibilidade e inovação.
- **Conexão com a estratégia:** A implementação de indicadores globais facilita a conexão com os indicadores estratégicos, permitindo resultados que contribuam com os objetivos globais da organização.[12]

A implementação do BPM nos processos de negócio da empresa está relacionado, ainda, à redução de custos totais do processo [9], e tem mostrado resultados vantajosa inclusive em empresas conectadas à Indústria 4.0. [10]

Com base na literatura e nas necessidades da empresa, a implementação do BPM foi dividida em 6 macro etapas, que podem ser reaplicadas conforme a necessidade, criando um ciclo de vida, conforme a Figura 5:



Figura 5 – O ciclo de vida BPM pode ser dividido em seis macro etapas.

O BPM depende da participação ativa dos envolvidos do processo, pois a veracidade e adequação das etapas só é possível com a transparência e colaboração de quem executa as atividades. Portanto, para cada uma das etapas listadas a seguir, deve-se entender que são realizadas com a captação de opinião e informação constante dos executores do processo.

Para execução das fases, será utilizada a metodologia BPI (*Business Process Improvement*), uma abordagem que tem como primeiro passo determinar o cenário atual dos processos, isto é, o modelo *AS IS*, que é importante porque auxilia no entendimento da forma como o processo ocorre na prática, e identifica qual é a performance atual dele, os pontos fortes e pontos fracos (aquilo que precisa ser melhorado, como operações muito complexas, altos custos, pontos de retrabalho, de gargalo ou de desconexão, excesso de documentação e aprovações, tarefas redundantes e atividades de baixo valor agregado). A partir desse primeiro modelo se constrói o próximo cenário, *TO BE*, em que se cria uma proposta com as ações de melhoria a serem implementadas para resolução dos problemas detectados no *AS IS*. [11]

#### 4.2.1 ETAPA 1: MAPEAMENTO *AS IS*

O Mapeamento de processo é uma ferramenta gerencial de comunicação que tem o objetivo de auxiliar na melhoria dos processos existentes, ou de implementar uma estrutura com visão para processo. Ele consiste na definição, em ordem cronológica, da sequência de atividades que ocorrem ao longo do processo, identificando, em cada parte, quais são as saídas geradas nas atividades, e quem são os clientes diretos dessas saídas, e das entradas necessárias para que as atividades ocorram, e quem fornece essas entradas. Também é nesse momento que se identifica as Regras de Negócio do processo. Regras de Negócio são as regras, formais ou

informais, que são seguidas pelos executores das atividades. Elas podem ser de um dos três tipos: **obrigatórias**, quando o executor deve sempre segui-las (por exemplo, especificações que devem ser seguidas ao criar uma nova estrutura de hardware no projeto); **recomendações**, quando é importante que o executor siga-as, mas não imprescindível (por exemplo, boas práticas ao escrever um novo firmware para um projeto); ou **opcionais**, quando é facultativo ao executor da atividade segui-las (por exemplo, quando podem ser utilizados diferentes programas para uma determinada tarefa). Em geral, os processos de negócio são os primeiros a serem mapeados, dado o impacto que seus desempenhos têm no sucesso da empresa. A primeira versão do mapeamento é com a finalidade de identificar como o processo ocorre atualmente, ou seja, o modelo *AS IS* do processo.[11]

Existem várias formas de se capturar as informações necessárias para mapear o processo, que podem ser aplicadas dependendo das características do processo mapeado e do contexto da empresa:

- Acompanhamento in loco (observação direta);
- Entrevistas individuais;
- *Feedback* por escrito;
- Oficinas estruturadas;
- Conferência online;
- Mineração de processos.

Nessa etapa é muito relevante que se tenha informações de pessoas em diferentes níveis do processo (por exemplo, no projetista executor da atividade e do seu gestor), a fim de garantir que não haja uma visão limitada ou tendenciosa das atividades.[8,11,12]

#### 4.2.2 ETAPA 2: MODELAGEM E ANÁLISE DO MAPEAMENTO *AS IS*

A etapa de Modelagem do processo pode ser iniciada ao longo da etapa de mapeamento, conforme a sua evolução. Essa etapa consiste na descrição do processo através de um fluxo que descreva cada atividade relacionada com todas as demais realizadas na unidade de negócios. Se bem executada, ela permite às pessoas entender, comunicar, medir, e gerenciar os componentes principais do negócio. [8,11]

Ao realizar a modelagem de um processo, é possível decompô-lo em diferentes níveis de profundidade nas atividades, facilitando a visão de ponta a ponta ou das tarefas a nível operacional. A Figura 6 é um exemplo desse modelo de decomposição:



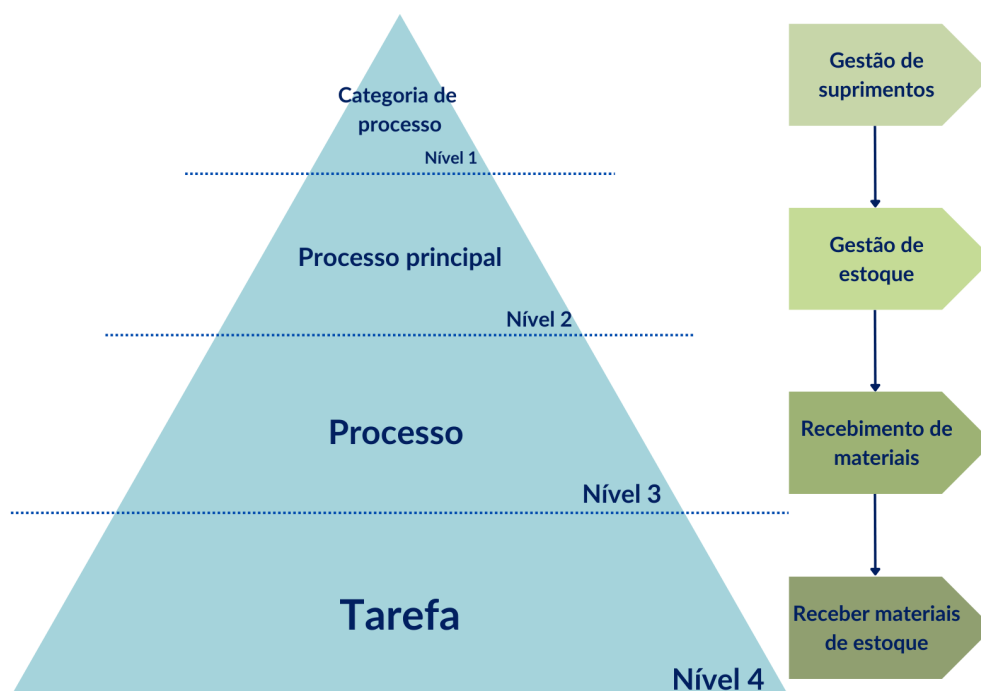


Figura 6 – Os processos podem ser decompostos em níveis de aprofundamento.

Existem alguns conceitos-chave da Modelagem de processos:

**Modelos de processo:** São representações simplificadas de algumas atividades de negócios, e servem como um meio de comunicar diferentes aspectos de um processo.

**Perspectivas:** Diferentes níveis ou perspectivas dos processos podem ser utilizados, a depender do público e da finalidade. Assim, os modelos podem ser desenhados do ponto de vista da empresa, do cliente, do processo, das operações, e assim por diante. Cada perspectiva possui tipos específicos de modelos e níveis de composição de acordo com as necessidades de adequação.

**Notações:** Existem vários estilos de notação para modelagem de processos, além de maneiras de desenvolver modelos de processos, e é importante que a notação selecionada corresponda às necessidades do projeto. Não raramente, é relevante utilizar mais de um tipo de notação para garantir que atenda aos requisitos do projeto. Algumas das opções estão listadas a seguir:

- *Business Process Modelling Notation* (BPMN);
- *Event-driven process chain* (EPC);
- *Value-Added Chain Diagram* (VCD);
- Diagrama SIPOC;
- Fluxogramas;
- *Decision Model and Notation* (DMN);
- *Entity relationship diagram* (ERD);
- *ArchiMate*;
- *Unified Modelling Language* (UML);
- *Systems Modelling Language* (SysML);
- *Data flow diagram* (DFD).

**Captura de informações do processo:** Ao abordar um desafio de modelagem, é possível realizá-la de cima para baixo, de baixo para cima ou a partir do meio, a depender dos requisitos do projeto e da preferência do modelador. É importante, no entanto, que o responsável pela modelagem conheça bem a notação utilizada e seja capaz de identificar a melhor forma de modelar o processo alvo.[8]

A Análise do processo *AS IS* é responsável por identificar e examinar todas as atividades relacionadas ao processo, medindo as operações e a efetividade das atividades em relação aos objetivos da organização. Ela pode ser aplicada para tratar oportunidades de melhoria atuais e futuras, e podem incluir:

- Operações mais eficientes;
- Mitigação e prevenção de riscos;
- Potencial combinação de operações entre duas organizações;
- Análise de impacto de regras e regulações no âmbito federal ou estadual;
- Aumento de agilidade para tomadas de decisão e realização de mudanças.

Para isso, a análise deve ser capaz de encontrar explicações para as interações do processo dentro da realidade da organização, identificando qualquer uma das seguintes desconexões:

- Metas de desempenho não atingidas;
- Falhas na interação com o cliente;
- Transferências de responsáveis ou de responsabilidades, gerando retrabalhos ou desconexões;
- Gargalos;
- Variações do processo.

Nessa etapa são geradas informações necessárias para que a organização tome decisões fundamentadas em suas atividades de negócio. O principal benefício de se realizar a análise do mapeamento *AS IS* do processo é conhecimento compartilhado de como o trabalho é feito. A partir disso, é possível redesenhar o processo, de forma a melhor atender aos objetivos da empresa.

Existem diferentes técnicas de análise que podem ser utilizadas ao longo da etapa, podendo seguir metodologias analíticas formais ou ser uma revisão pragmática dos padrões para execução das melhores práticas. É importante que a técnica escolhida considere o desempenho humano, de sistemas e tecnologias utilizadas, do ambiente de negócios, e das avaliações estratégicas. Uma das ferramentas possíveis para essa etapa são as de aprendizado de máquina (ou *machine learning*), que podem ser úteis na interpretação de informações e auxiliar na tomada de decisão para solução de problemas encontrados [22, 23], dando insumos para o redesenho *TO BE*. Uma dessas ferramentas é SVM (*Support Vector Machine*), capaz de classificar e prever dados.

Dentre os fatores críticos de sucesso para uma análise de processo estão o apoio da liderança, as métricas apropriadas e suas medidas, *benchmarks*, interações com clientes e

cultura da empresa.[8, 11]

#### 4.2.3 ETAPA 3: REDESENHO *TO BE*

O desenho (ou redesenho) *TO BE* de um processo pode ser definido como a criação, ou reorganização, do processo interfuncional que agrega valor ao cliente final. É a criação de especificações para o processo abordado, dentro do contexto de metas e aplicações de negócio, objetivo de desempenho do processo, controles financeiros e operacionais, integrações com outros processos internos e externos. As entregas desta etapa incluem o desenho lógico (quais as atividades são executadas) como o desenho físico (como as atividades são executadas).[8,11]

Nesse contexto, o processo pode ser definido como a combinação de todas as atividades principais e de suporte que sejam necessárias para a produção e a entrega de um objetivo, resultado, produto ou serviço, independentemente de onde a atividade seja realizada. Essas atividades são mostradas pelo ótica dos relacionamentos entre si, de forma que forneça uma imagem de sequência e de fluxo. [8]

A aplicação dessa etapa só é possível após uma revisão das entregas da etapa de análise do processo, que deve conter a documentação do estado atual, um escopo claro para o desenho e uma lista de restrições. Além disso, deve incluir a metodologia que melhor se aplica à organização e às metas de desenho do processo. Com isso, se tem as fragilidades dos processos atuais, que vão orientar na decisão de como se dará esse redesenho, que pode ser incremental ou em larga escala. O mais importante, nessa etapa, é que haja uma visão clara e aceita do estado futuro do processo. [8]

O redesenho permite que se tenha a visão do processo, de ponta a ponta, na forma como ele ficará após a resolução dos problemas encontrados ao longo das análises. Isso é relevante para garantir uma validação das ações de melhoria necessárias para a resolução desses problemas, e garantir que são suficientes para deixar o processo de acordo com os objetivos da organização. Alguns dos objetivos que se busca com a versão *TO BE* do processo são os seguintes:

- Aumento da qualidade dos produtos e/ ou serviços;
- Redução de custos;
- Redução do tempo total do processo;
- Melhora na performance do negócio e da integração com outros processos;
- Aumento de capacidade do processo;
- Eliminação de desperdícios;
- Mitigação de riscos.

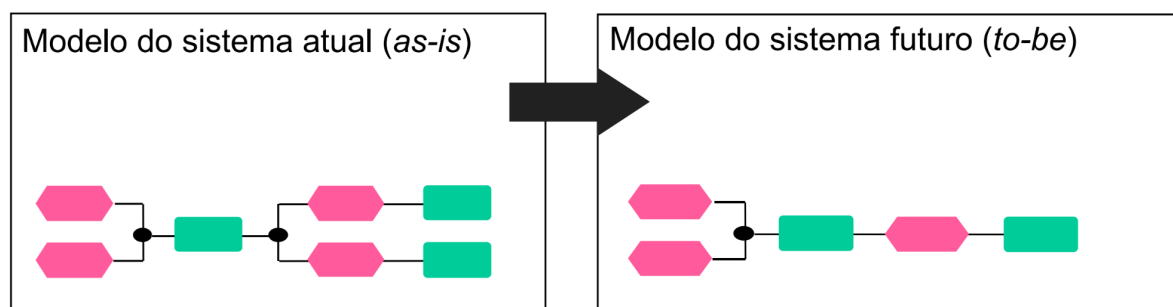


Figura 7 – Esquema exemplificando o Redesenho *TO BE*. [12]

A Figura 7 acima é uma representação simplificada desse redesenho. Dentro dos itens que devem ser explicitados na versão *TO BE*, é possível listar alguns que são de grande relevância:

- Definição de atividades dentro da nova versão do processo;
- Definição das regras que controlam as atividades;
- Definição dos *handoffs* (pontos de transferência) do processo entre grupos funcionais;
- Definição das métricas desejadas à nova versão do processo;
- *Gaps* e comparações com as análises existentes;
- Plano de implementação. [8]

Para realizar o desenho, as opções de notação são as mesmas citadas para a modelagem *AS IS*, mas é aconselhável que, uma vez escolhido um padrão de notação e de ferramenta, ele se mantenha o mesmo para as versões *AS IS* e *TO BE*, facilitando a compreensão do processo e das mudanças entre as duas visões.

#### 4.2.4 ETAPA 4: IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES E MELHORIAS

A partir do Desenho *TO BE* do processo e do plano de implementação validado, é possível implementar as ações de melhoria. Em geral, um nível de prioridades para implementação é determinado ao longo do redesenho, a partir do impacto que aquela determinada ação terá no desempenho do processo.

#### 4.2.5 ETAPA 5: MONITORAMENTO DO PROCESSO E DAS AÇÕES IMPLEMENTADAS

A medição do desempenho do processo é o monitoramento planejado e formal da execução do processo, bem como do rastreamento dos resultados gerados, para determinar a sua eficiência e sua eficácia. A importância de medir esse desempenho do processo, no entanto, não pode ser superestimada nem exagerada, mas deve estar alinhada às metas organizacionais. É a etapa onde se revisa os indicadores até então utilizados, substituindo aqueles que são superfocados em um departamento sem levar em conta o contexto multifuncional do processo e da empresa. É ela quem vai identificar se as ações implementadas estão sendo capazes de garantir que o processo ocorra conforme a sua versão *TO BE*. [8]

Esse monitoramento está diretamente relacionado à quantificação dos dados em um padrão e qualidade que estejam aceitáveis para as estratégias da empresa (precisão, integridade, consistência e pontualidade), e deve ser orientada por metas de avaliação (padrões, KPIs, limites de custo). Para definir o sistema de monitoramento e medição do desempenho do processo deve-se haver uma abordagem ativa dos gestores que utilizarão as informações do sistema.

A medição associada ao trabalho ou saída do processo realizado é baseada em quatro dimensões fundamentais: tempo, custo, capacidade e qualidade. Uma questão relevante nessa medição é o conceito de agregar valor. Nesse conceito, uma atividade agrega valor quando

- a) é necessária para gerar a saída exigida pelo cliente;
- b) o cliente está disposto a pagar para gerar determinada saída do processo;
- c) a qualidade e a consistência de determinado componente, recurso ou resultado deve ser mantida;
- d) as circunstâncias podem impactar na continuidade do processo.

É importante compreender se determinada atividade agrega valor ou não ao melhorar um processo e decidir se ela deve ser mantida ou eliminada.

O desempenho é melhor expresso quando estão relacionados à satisfação do cliente. Alguns exemplos de métricas para serem utilizadas pela empresa:

**Dimensões de tempo:** desempenho da entrega, data de solicitação, prazo de entrega do projeto ou pedido, *lead time* de desenvolvimento de produtos;

**Dimensões de qualidade:** variação de lançamento do produto, precisão da previsão;

**Dimensões de custo:** custo de vendas, de fabricação, logístico, dias de estoque de suprimento;

**Dimensões de capacidade:** valor por pedido, taxa de crescimento do cliente, fatia do mercado.

Com um monitoramento contínuo no processo *TO BE* e do desempenho das ações implementadas, há uma maior garantia de sucesso na implementação das melhorias e identificação precoce de possíveis pontos de refinamento.[8,11]

#### 4.2.6 ETAPA 6: REFINAMENTO

Conforme o acompanhamento da versão *TO BE* do processo, os resultados de desempenho geram informações que indicam se as ações implementadas fazem sentido com os objetivos da empresa. A partir disso é possível identificar a necessidade de se revisar algumas decisões tomadas, a fim de garantir que o processo ocorra sem os problemas identificados no *AS IS*, e prevenir que novos problemas surjam a ponto de impactar na qualidade da entrega final ao cliente.

#### 4.3 SVM (*SUPPORT VECTOR MACHINE*)

No ramo de *machine learning*, SVM (Support Vector Machine) são algoritmos compostos por um conjunto de métodos de aprendizado supervisionado capazes de realizar análise dados

(análises de regressão) e reconhecer padrões. Foi desenvolvido nos Laboratórios AT&T Bell por Vladimir Vapnik em conjunto com colegas, e são baseados em estruturas de aprendizagem estatística (teoria VC) proposta por Vapnik (1982, 1995) e Chervonenkis (1974) [18]. De forma resumida, um SVM padrão, a partir de um conjunto de dados de entrada prediz, para cada entrada, em qual de duas possíveis classes ela faz parte. Assim, o SVM é categorizado como um classificador linear binário não probabilístico.

A partir de um conjunto de exemplos iniciais de treinamento, cada um definido como pertencente a uma de duas classes ou categorias, um algoritmo de treinamento do SVM é capaz de construir um modelo que atribui novos exemplos a uma classe ou a outra. Um modelo SVM é, geralmente, uma representação de exemplos como pontos no espaço, mapeados tal que os exemplos de cada classe possam ser divididos visualmente por um espaço claro que seja tão amplo quanto possível. Os novos exemplos, então, são mapeados no mesmo espaço e preditos como pertencentes a uma classe a partir do lado do espaço em que eles são colocados[19]. A figura 8 contém um exemplo de classificação por SVM, com o hiperplano separando os dados das duas classificações possíveis:

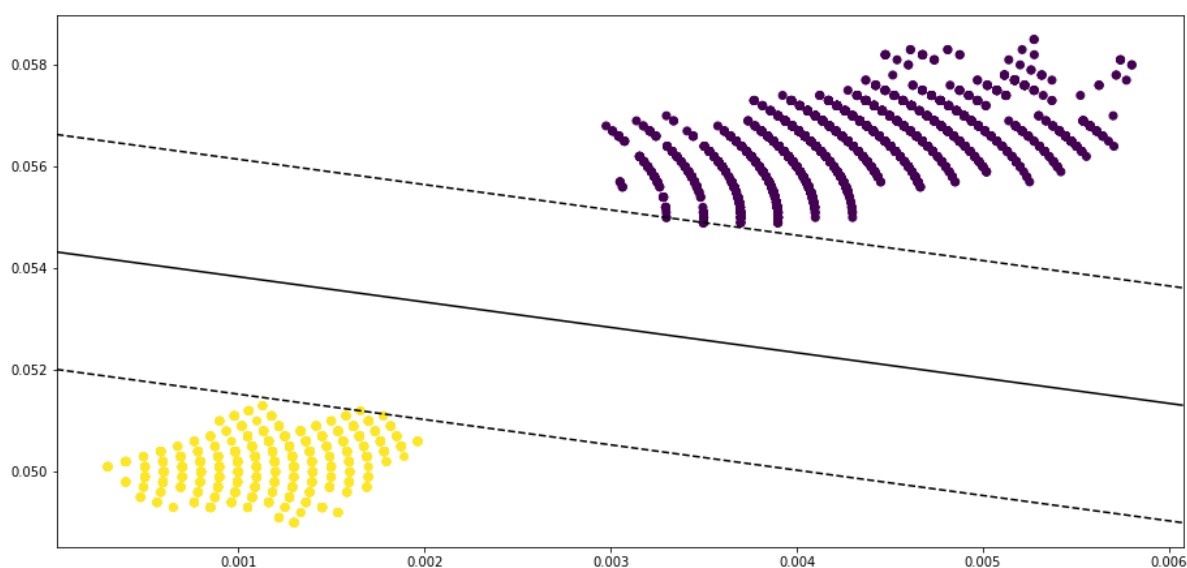


Figura 8 – Exemplo visual de classificação através do hiperplano gerado por SVM.

Além de classificar linearmente, SVMs podem executar com eficiência uma classificação não linear a partir do chamado "truque de kernel", mapeando de forma implícita suas entradas em espaços de recursos de alta dimensão. Esse "truque" transforma funções que ocupam um espaço de entrada dimensional mais baixo em um espaço dimensional superior, convertendo um problema não separável em um problema separável baseado nas classes de saída definido pelo usuário [20].

A atuação do SVM é, portanto, a de encontrar uma linha de separação (conhecida como hiperplano) entre dados de duas classes. A intenção dessa linha é a de maximizar a distância de separação entre os pontos mais próximos das duas classes.

### 4.3.1 SVM Linear:

Dado um conjunto inicial de valores  $n$  para treinamento na forma

$$(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n),$$

onde  $y_i$  pode ser 1 ou -1, cada um indicando a classe a que cada ponto  $x_i$  pertence. Cada  $x_i$  é um vetor real  $p$ -dimensional. Se quer achar o "hiperplano de margem máxima" que divide o grupo de pontos  $x_i$  para cada  $y_i = 1$  do grupo de pontos para cada  $y_i = -1$ , que é definido tal que a distância entre o hiperplano e o ponto mais próximo  $x_i$  para cada um dos dois grupos é maximizada.

Qualquer hiperplano poderá ser escrito como um conjunto de pontos  $x$  satisfazendo

$$w^T x - b = 0,$$

onde  $w$  é o vetor normal do hiperplano, não sendo necessário normalizá-lo. The parameter  $\frac{b}{\|w\|}$  define o *offset* do hiperplano comparado com a origem do vetor normal  $w$  [18, 19].

### 4.3.2 Método de Kernel (não linear):

Para atender às situações em que não havia solução para classificação de dados de forma linear, foi sugerido, por Bernhard Boser, Isabelle Guyon and Vladimir Vapnik, em 1992, uma maneira de criar classificações não lineares utilizando o "truque de kernel" na margem máxima do hiperplano.[21]

O algoritmo resultante é bem similar, mas cada produto escalar é substituído por uma função de kernel não-linear, permitindo que o algoritmo ajuste o hiperplano de margem máxima em um espaço transformado. Essa transformação pode ser não-linear e a transformação de espaço pode ser de dimensão mais alta. Mesmo que o classificador seja um hiperplano no espaço transformado, ele pode ser não-linear no seu espaço de origem.[19]

Alguns exemplos comuns de funções de kernel são as seguintes:

- Polinomial homogênea:  $k(x_i, x_j) = (x_i \cdot x_j)^d$ ;
- Polinomial não-homogênea:  $k(x_i, x_j) = (x_i \cdot x_j + r)^d$ ;
- Gaussiana de base radial:  $k(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2)$  para  $\gamma > 0$ . É possível parametrizar com  $\gamma = 1/(2\sigma^2)$ .
- Sigmoidal (tangente hiperbólica):  $k(x_i, x_j) = \tanh(\kappa x_i \cdot x_j + c)$  para alguns  $\kappa > 0$  e  $c < 0$ .

Esse método está relacionado à transformada  $\varphi(x_i)$  através da equação

$$k(x_i, x_j) = \varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j).$$

O valor  $w$  está também no espaço transformado, com  $w = \sum_i \alpha_i y_i \varphi(x_i)$ . Produtos escalares com  $w$  para classificação podem ser computados pelo "truque de kernel", [19]

$$w \cdot \varphi(x) = \sum_i \alpha_i y_i k(x_i, x).$$

SVM já é utilizado em inúmeras aplicações, em áreas muito diversas. Algumas dessas aplicações seguem abaixo:

- categorização de texto e hipertexto, reduzindo significativamente a necessidade de rodadas de treinamento rotuladas nas configurações padrão;
- classificação de imagens, com resultados experimentais mostrando que os SVMs atingem uma precisão de pesquisa significativamente maior do que os esquemas de refinamento de consulta tradicionais após três a quatro rodadas de *feedback* de relevância;
- classificação de dados de satélite como dados SAR (Synthetic Aperture Radar);
- reconhecimento de caracteres manuscritos;
- em ciências biológicas, na classificação de proteínas em compostos.

A principal biblioteca utilizada para implementação de SVM é a LIBSVM. Ela é uma biblioteca de linguagem aberta específica para implementação de SVM, desenvolvida originalmente em 2001 e com atualização mais recente em 2022, escrita em C++, com API em C. Essa biblioteca implementa o algoritmo de otimização mínima sequencial (SMO) para SVMs com o método kernel, suportando classificação e regressão.[17]



## 5 METODOLOGIA

A aplicação do Ciclo BPM no processo de desenvolvimento de produtos (PDP) da empresa foi realizada através de macro etapas divididas em etapas menores, a fim de facilitar a clareza da evolução do Ciclo e para melhor organização das informações coletadas. Por limitações de tempo, este trabalho tem foco nas fases iniciais da implementação. Abaixo segue uma representação gráfica das duas primeiras macro e micro etapas, que estarão presentes no trabalho (Figura 9):



Figura 9 – As duas primeiras macro etapas da implementação e as etapas menores que compõem cada uma delas.

### 5.1 CENÁRIO DE ESTUDO

A empresa alvo deste projeto, que possui matriz em Canoas e filiais em São Paulo e Paraná, é fabricante de produtos eletrônicos com foco em atuação industrial de controle e automação, sensoriamento e telemetria. É uma empresa com mais de 40 anos de existência no mercado. Possui atualmente mais de 200 funcionários e atua em todo o país e em cerca de 50 países. Seu faturamento atual é de mais de R\$ 70 milhões. Possui know-how na fabricação de sensores competitivos de temperatura, umidade e pressão, e é referência nacional em medição de temperatura, contando com um laboratório de metrologia na Matriz em Canoas.

Atualmente a empresa possui 6 diretorias: CEO - Diretor Geral, Diretor de P&D (Engenharia), Diretor de Mercado Nacional, Diretor de Mercado Internacional, Diretor de Operações, e Diretor Administrativo/Financeiro. Desde a pandemia, em 2020, a empresa vem

adotando o regime híbrido de trabalho para a maioria das áreas, onde os colaboradores se dividem entre o *homeoffice* e o trabalho presencial.

O setor de Engenharia (também chamado de P&D) da empresa, principal área abordada, possui cerca de 40 pessoas divididas atualmente em 4 *Business Units* (BUs), ou unidades de negócio. Cada BU tem um enfoque de aplicação diferente do ponto de vista de mercado. As BUs atuais são BU SCT (*Sensors, Conditioners and Transmitters*) com enfoque em sensores e transmissores de grandezas físicas; BU SWI (*Software*) trabalhando com software para configuração, diagnóstico e uso de dispositivos; BU DAC (*Dataloggers and Acquisition*) com concentradores de dados e centrais de comunicação por protocolos com fio ou sem fio; e BU PCI (*Process Controlers and Indicators*) trabalhando com dispositivos controlares de processo como controladores PID e indicadores. A BU SWI é composta por um coordenador, um responsável de testes e uma equipe de desenvolvedores de *software*, enquanto as outras três BUs possuem, cada uma, um coordenador, um projetista de hardware, um responsável de testes e mais uma equipe de projetistas de firmware. A área de Engenharia também conta com um projetista mecânico, um projetista de testes EMC (compatibilidade eletromagnética), e uma equipe de Documentação, responsáveis pelas embalagens, películas, etiquetas, cadastro de estruturas no ERP e pelos manuais. Esses profissionais, não atrelados diretamente a nenhuma BU, atendem às quatro BUs de acordo com a demanda.

Por seu nicho de atuação, a empresa tem o desenvolvimento de produtos como um dos processos de alto impacto nos resultados da organização. Historicamente, no entanto, ela possui uma estrutura organizacional departamentalizada, que dificulta a comunicação entre as equipes e áreas, elevando a incidência dos problemas típicos do PDP e problemas relacionados a essa setorização excessiva.

A empresa possui, atualmente, um Planejamento Estratégico (2020-2023) com ações voltadas a mudanças no modo de visualização dos processos de negócio, em especial o PDP. Dentre essas ações, existem duas que estão diretamente conectadas com a motivação deste trabalho: **ação 1.3:** Implementar mapeamento dos processos chave de negócio através do BPM; e **ação 6.1:** Revisar o processo de desenvolvimento de produtos visando garantir a especificação correta e o atendimento de todos os atributos especiais.

## 5.2 MACRO ETAPA 1: MAPEAMENTO DO PROCESSO CONFORME OCORRÊNCIA ATUAL - AS IS

Para oficializar o início da aplicação do BPM no PDP é importante um momento em que o projeto seja anunciado aos gestores envolvidos, para garantir que estejam alinhados com o que está acontecendo e possam comunicar aos seus colaboradores sobre a importância de participarem ativamente das etapas.

**Kick-off do projeto:** Para oficializar o início do Ciclo BPM no PDP, foi realizada uma reunião de abertura com os gestores envolvidos, com a apresentação do BPM e explicação da abordagem utilizada. Esse momento também servirá para alinhar as expectativas e necessidades

dos presentes com relação às entregas do projeto, bem como realizar alguns acordos, como tempo necessário para as atividades em cada etapa (por exemplo, para a primeira etapa: quantidade de entrevistas, preferência por mais entrevistas de menor duração, ou menos entrevistas com maior duração por pessoa, atividades que possibilitam acompanhamento em loco), abrangência do projeto e importância da participação de colaboradores com diferentes papéis no processo para o enriquecimento do projeto e maior veracidade nos dados que foram trabalhados.

**Identificação do modelo de referência utilizado:** Para auxiliar a compreensão do modo como ocorre o PDP na empresa e facilitar a elaboração dos fluxos de atividade do processo, foram realizadas pesquisas, com realização de entrevistas informais aos gestores das áreas relacionadas para identificar o modelo utilizado para desenvolvimento de produtos atualmente, baseado no modelo de referência de Rozenfeld, de 2006.

**Mapeamento via SIPOC:** o SIPOC (*Supplier, Inputs, Process, Outputs and Customer*) é uma ferramenta utilizada para mapear macro processos com base na lista de entradas e saídas, fornecedores e clientes em função das atividades que ocorrem ao longo do processo. A partir das documentações já existentes das áreas (Instruções de Trabalho e Procedimentos de Qualidade), foram elaborados mapas SIPOCs para um primeiro entendimento geral sobre as necessidades e entregas em cada parte do processo. Os documentos são descrições de atividades das áreas, que nem sempre seguem a mesma lógica de texto, por serem originadas de gestores diferentes. Assim, para se identificar as tarefas em ordem cronológica, como proposto no SIPOC, é necessário ler os documentos, identificando *inputs* e *outputs* descritos, verificando correlações entre eles. A Figura 10 abaixo descreve essa ferramenta e como ela deve ser preenchida:

Fornecedor ( <i>Supplier</i> )	Entradas ( <i>Inputs</i> )	Processamento/ atividades ( <i>Process</i> )	Saídas ( <i>Outputs</i> )	Clientes ( <i>Customer</i> )
Registra entidades que fornecem as entradas que disparam o processo	Registra cada uma das entradas	Passos/ atividades para responder às entradas	Lista de saídas	Registra as entidades que recebem o resultado do processo

Figura 10 – O primeiro mapeamento ocorreu a partir da documentação de processo SIPOC.

**Entrevistas:** A partir do macro processo mapeado via SIPOC, foram aplicadas entrevistas individuais com diferentes participantes do processo, de todas as áreas envolvidas, entendendo a execução das atividades em ordem cronológica, as interações, as entradas e saídas presentes, e a quem e de quem são endereçadas. Foram importantes para validar as informações contidas nas documentações e no SIPOC, alterando o que for necessário, e enriquecendo o mapeamento. A quantidade de entrevistas necessárias dependerá dos acordos estabelecidos na reunião de *kick-off* e da quantidade e complexidade das tarefas realizadas por cada entrevistado. Nesse momento também foram coletadas informações sobre as Regras de Negócio presente

em cada atividade, já sendo possível identificar os sistemas utilizados, as documentações de referência (mesmo que não sejam de uso oficial), as particularidades entre diferentes equipes de projetos, e os primeiros pontos de atenção para posterior análise, como retrabalhos, gargalos, excessos de *hand-offs* e atividades muito repetitivas e manuais.

**Acompanhamento in loco:** Como complementação das entrevistas individuais, foram realizados acompanhamentos das atividades para garantir que as informações coletadas via SIPOC e entrevistas estejam condizentes com o que ocorre na prática do desenvolvimento de produto. É muito comum, por exemplo, que os entrevistados esqueçam de incluir informações sobre algumas atividades por considerá-las "automáticas", mas que podem ser atividades de retrabalho, por exemplo, tão comuns na vivência da pessoa que acaba sendo incorporado como parte do trabalho e não como um ponto de atenção. Além disso, esse acompanhamento facilita a validação de problemas previamente identificados, a identificação de interações entre equipes ou áreas não relatados até então, e a cronoanálise das atividades.

### 5.3 MACRO ETAPA 2: MODELAGEM E ANÁLISE DO MAPEAMENTO AS IS

Com base nas informações obtidas ao longo da primeira etapa, a modelagem do fluxo do processo se torna possível, e compreenderá todas as atividades identificadas pelas entrevistas e acompanhamento in loco. Para isso, foi utilizado um software de modelagem dentro de um dos padrões possíveis para modelagem de processos. Provavelmente essa modelagem incluirá diferentes níveis do processo, uma vez que o processo de desenvolvimento de produtos se caracteriza pela grande quantidade de áreas envolvidas, e etapas com dependências entre as atividades entre diferentes equipes de trabalho. Na prática, a modelagem pode ser iniciada ao longo das atividades das etapas anteriores, por exemplo, para auxiliar na compreensão (inclusive dos próprios participantes do processo) de como ocorrem as atividades que necessitam da interação de mais de um setor.

Para realizar a modelagem *AS IS* do PDP deste trabalho, foi utilizada a notação BPMN (*Business Process Modelling Notation*) 2.0, e o software *Bizagi*. Essa notação permite descrever os processos de forma padronizada, com diferentes níveis de complexidade e aprofundamento das atividades, explicitando as interações entre diferentes áreas dentro de um mesmo processo, as entradas e saídas que ocorrem ao longo das etapas, e os problemas identificados, como retrabalhos e gargalos. Ela inclui um conjunto de figuras (elementos gráficos) que permite diagramar diferentes modelos de processo; possui uma linguagem unificada para que a modelagem seja clara e simplificada; e permite um entendimento geral sobre o processo modelado em toda a organização, facilitando a comunicação entre os profissionais envolvidos. [8,12,16] Na Figura 11 tem-se alguns exemplos da simbologia utilizada em BPMN:

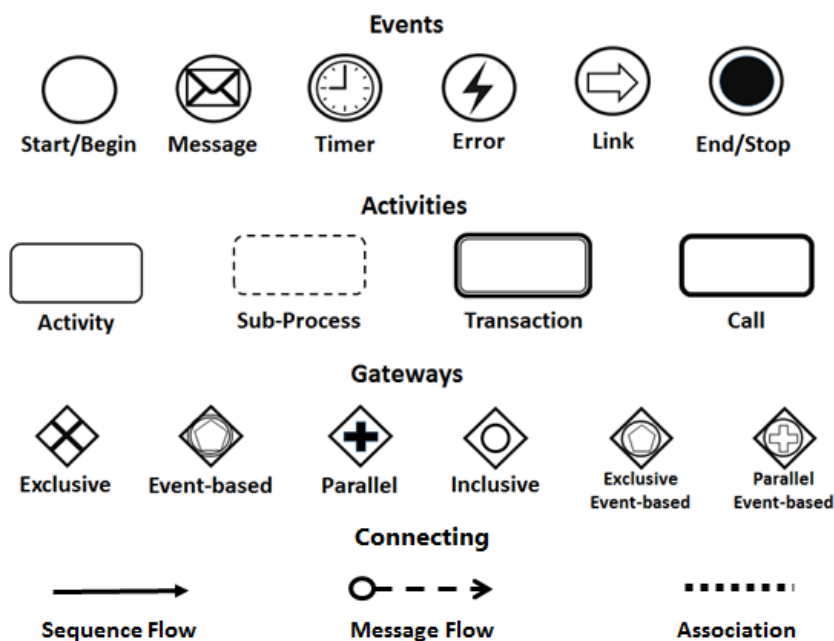


Figura 11 – Exemplos de simbologia utilizada na notação BPMN 2.0, e presente no software *Bizagi*[24].

**Coleta e análise de dados:** foram coletados dados dos relatórios utilizados para mensurar o desempenho do processo (relatórios em geral limitados à visão de cada área) a fim de compreender a relação dos pontos de atenção identificados até o momento com os resultados, e como eles impactam no desempenho final do processo. A origem dos relatórios poderá ser dos sistemas utilizados ao longo do processo (*Teamwork*, ERP ou BI), como de planilhas fora de sistemas (planilhas de Excel alimentadas manualmente). Esses relatórios também servirão de base para as melhorias futuras do processo.

**Validação do Mapeamento AS IS:** foram realizados encontros com as equipes envolvidas no processo a fim de validar a versão final do mapeamento *AS IS*. Esses momentos foram de apresentações do fluxo em BPMN do processo mapeado para os responsáveis de diferentes pontos do processo, que avaliarão as atividades listadas, suas respectivas entradas e saídas e regras de negócio, validando se estão conforme o andamento do processo na prática. A quantidade de encontros necessários vai variar conforme os acordos determinados na reunião de *kick-off*. Nesses momentos podem ocorrer divergências de pontos de vistas, que devem ser devidamente sinalizados no fluxo para auxiliar a análise posterior.

**Análise dos pontos de inflexão identificados:** Com a validação do mapeamento *AS IS*, foram realizadas análises dos dados visando os pontos de inflexão encontrados.

Todos esses pontos estão sinalizados ao longo do fluxo do processo, a fim de facilitar a identificação do ponto inicial causador do problema (causa-raiz) e dos impactos gerados por eles, para os trabalhos futuros que serão realizados. Os dados coletados, os pontos de vista dos participantes das entrevistas e dos acompanhamentos in loco e os padrões na literatura com relação ao modelo de PDP utilizado pela empresa servirão de base para essas análises

em conjunto. Nesse momento, foi escolhido um alvo (um ponto de atenção evidenciado com frequência pelos entrevistados, por exemplo), para que fossem feitos testes para análises de dados por SVM (*Support Vector Machine*), de forma a testar as funções de classificação da ferramenta. Isso foi feito na linguagem *Python*, implementando SVM com SKLEARN, que é baseada na biblioteca LIBSVM.

Por questões de limitação do tempo, este trabalho não abrangerá a implementação das próximas etapas do Ciclo BPM que ocorrerão no PDP da empresa (Redesenho TO BE, Implementação de ações, Monitoramento e Refinamento).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 MAPEAMENTO DO PDP

#### 6.1.1 *Kick-off*:

Para oficializar o início do projeto, foi realizada um kick-off com os gestores das principais áreas atuantes no processo: Marketing de Produto (gerente), Engenharia (coordenadores das *Business Unites* (BUs), divididas por tipos de produtos, e diretor), e Engenharia de Processos (supervisor). Além da apresentação sobre a disciplina gerencial BPM e a abordagem pretendida do projeto, nesse momento foram alinhadas as principais expectativas do projeto com as entregas esperadas, e determinadas algumas regras sobre as primeiras duas macro etapas. Os principais pontos sobre expectativas e resultados esperados trazidos foram os seguintes:

- **Coordenador 1:** melhoria na sinergia entre equipes do processo, revisão de documentos necessários para o processo, solução para departamentalização;
- **Supervisor:** melhorias na comunicação, visibilidade do processo ponta a ponta, responsabilização, definição clara de quais são as entregas, engajamento em comum das pessoas envolvidas, centralização das demandas para programar a longo prazo sem gargalos para a produção;
- **Coordenador 2:** objetividade na abordagem;
- **Coordenador 3:** Melhorias na comunicação entre as BUs, visão geral das demandas, engajamento das pessoas com as atividades do processo, melhor definição dos prazos de entrega e da priorização das atividades, foco nos processos "quem importam", automatizações, abordagem com informações assíncronas de qualidade;
- **Diretor:** ganho maior que o investimento necessário;
- **Coordenador 4:** revisão da quantidade de ferramentas utilizadas ao longo do processo, centralização de informações ao longo do processo (não depender tanto da comunicação informal entre as pessoas), unificar o quanto possível.

#### 6.1.2 Identificação do modelo de referência:

Para validar as etapas pertencentes ao PDP da empresa, foi utilizado como referência o modelo de PDP de Rozenfeld, de 2006 [1], que divide o desenvolvimento de produtos em três grandes partes: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. A figura 12 descreve os processos e áreas envolvidas identificados a partir do modelo de referência.

	PROCESSOS IDENTIFICADOS	ÁREAS ENVOLVIDAS
<b>PRÉ-DESENVOLVIMENTO</b>	Gestão de Portfólio	Comitê de Portfólio, Mkt de Produto e P&D (coordenador da BU)
	Campanha de Requisitos	Mkt de Produto e Engenharia (coordenador da BU)
<b>DESENVOLVIMENTO</b>	Planejamento de Projeto	Engenharia, TI
	Desenvolvimento de Produto	Engenharia, Engenharia de Processos, Automação, Compras, Contas a pagar, Fiscal, Recebimento, Qualidade
	Programação e Produção de Lote Piloto	Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Automação, Mkt de Produto
	Campanha de Lançamento	Mkt de Produto, Engenharia, Comunicação
	Alteração de Produtos por SAP (Solicitação de Alteração de Produto)	Engenharia, Mkt de Produto, Engenharia de Processos, PCP, Automação
	Solicitação de Cadastro de Produto Especial (SCPE)	Comercial, Mkt de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos
<b>PÓS-DESENVOLVIMENTO</b>	Instrução de Alteração Provisória (IAP)	Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Expedição, Almoxarifado, Assistência Técnica e Qualidade
	Campanha de Descontinuidade de Produto	Mkt de Produto e Engenharia

Figura 12 – Estrutura inicial identificada baseada no modelo de Rozenfeld, 2006 [1].

Analisando as áreas e atividades da empresa, foi possível associar as etapas com o modelo, e identificar as documentações relacionadas a cada parte. Também foi possível dividir a sequência das atividades em três principais processos, que ocorrem de forma independente, mas que influenciam no *roadmap* final de novos projetos executados: Desenvolvimento de novos produtos, Solicitações de Alterações de Produto (SAPs) e Solicitações de Cadastro de Produto Especial (SCPEs).

- **Desenvolvimento de novos produtos:** processo mais completo, que engloba desde a Gestão de portfólio e elaboração dos requisitos até a campanha de lançamento e, posteriormente, de descontinuidade de produto. Contempla todos os produtos que são trazidos por oportunidades de mercado identificadas, projetos com startups (ideias de produto que vem de startup e a Engenharia participa do desenvolvimento com foco na otimização da produção em massa) e projetos com P&D externo (projetos que utilizam mão de obra terceira para desenvolver parte do produto, viabilizado por iniciativas de inovação do governo);
- **Solicitações de Alteração de Produto (SAPs):** alterações abrangentes de produtos a partir da identificação de necessidades de correção ou de melhoria. Também podem se originar de SCPEs que exigem customizações mais profundas e que sejam aplicáveis ao mercado em geral, e não só a um cliente.
- **Solicitações de Cadastro de Produto Especial (SCPEs):** customizações em produtos solicitadas por algum cliente, que devem passar pelos critérios estipulados pelo Marketing de Produto para ir para aprovação de um Comitê especial. Em geral são customizações



simples, envolvendo modificações nos logoss do produto, ou configurações especiais. Em alguns casos pode ser mais complexo, e quando a análise identifica que pode ser uma alteração aplicável ao mercado em geral, abre-se uma SAP.

Além desses três processos, existem as **IAPs (Instruções de Alteração Provisórias)**, que são geradas sempre que existe a necessidade de se retrabalhar algum produto em estoque, podendo ser uma das ações de saída de uma nova SAPs.

Assim, foi possível estruturar o macro processo de desenvolvimento de produtos da seguinte forma (figura 13):

MACROPROCESSO	PQS RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS	PROCESSOS	SUBPROCESSOS	ÁREAS ENVOLVIDAS
NDES000 - Desenvolvimento de Produtos	PQ 004 - Processo de P&D; PQ 006 - Gestão de Compras; PQ 039 - Gestão Financeira; PQ 050 - Processo de PCPM; PQ 056 - Gestão de Portfólio NOVUS; PQ 058 - Gestão de Novos Produtos	IT 011 - Cadastramento de produtos; IT 038 - Instrução de Alteração Provisória; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 041 - Criação de Itens sob Desenho; IT 042 - Criação de Manuais; IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 044 - Criação de Hardware; IT 081 - Lote Piloto e Lançamento de Produto; IT 114 - SCPEs; IT 115 - Solicitação de Compra de Amostras; IT 140 - Cadastro e Homologação de Componentes; IT 177 - Treinamento de Produtos Novos e Alterados; IT 235 - Testes P&D; IT 240 - Elaboração de Benchmark de Produto; IT 246 - Análise de viabilidade de produtos; IT 247 - Estratégia de Marketing de Produto; IT 248 - Recrutamento de Early Adopters; IT 249 - Elaboração de Requisitos de Produto; IT 250 - Monitoramento do Desenvolvimento de Produto	Desenvolvimento de Novos Produtos (Inclui também Projetos Especiais, Projetos com P&D externo e Projetos com startups)	Gestão de Portfólio	Comitê de Portfólio, Mkt de Produto e P&D (coordenador da BU)
				Campanha de Requisitos	Mkt de Produto e Engenharia (coordenador da BU)
				Planejamento de Projeto	Engenharia, TI e Mkt de Produto
				Desenvolvimento de Produto	Mkt de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos, Automação, Compras, Contas a pagar, Fiscal, Recebimento, Qualidade
				Programação e Produção de Lote Piloto	Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Automação, Mkt de Produto
				Campanha de Lançamento	Mkt de Produto, Engenharia, Comunicação
				Campanha de Descontinuidade de Produto	Mkt de Produto e Engenharia
				Criação e Execução da SAP	Engenharia, Mkt de Produto
				Programação e Produção de Lote Piloto (opcional)	Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Automação, Mkt de Produto
				Solicitação de Alteração de Produtos (SAP)	Comercial, Mkt de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Expedição, Almoxarifado, Assistência Técnica e Qualidade
Solicitação de Cadastro de Produto Especial (SCPE)					
Instrução de Alteração Provisória (IAP)					

Figura 13 – Estrutura do macro processo de desenvolvimento de produtos da empresa, com as áreas, os PQs (Procedimentos da Qualidade) e ITs (Instruções de Trabalho) relacionados.

### 6.1.3 Mapeamento via SIPOC

A partir da identificação do modelo e das áreas envolvidas no PDP, foram criadas as primeiras versões do mapeamento, aplicando a ferramenta SIPOC em cada PQ (Procedimento da Qualidade, que são documentos com visão macro de cada área da empresa) e IT (Instrução de Trabalho, que são documentos com visões mais específicas de atividades que ocorrem dentro de cada área) do processo identificado inicialmente. No total, foram quase 30 documentos de SIPOC descrevendo em ordem cronológica as atividades contidas nos procedimentos e instruções de trabalho, e que serviram de base para realizar as primeiras entrevistas, antes de haver uma modelagem em BPMN. A figura 14 mostra um dos mapeamentos via SIPOC criados (IT 040), que descreve a criação e alteração de estrutura de PM (placa montada). Esse documento descreve as atividades do projetista de *hardware* no cadastro ou alteração de estrutura das PMs no sistema ERP da empresa após o momento em que os componentes que serão utilizados na placa são validados.

Processo:	IT 040 - Criação/Alteração de Estrutura		Data da Elaboração:	
Responsável:	P&D		Próxima Revisão:	
Supplier (Fornecedores)	Input (Entradas)	Process (tarefa)	Output (Saídas)	Customer (Cliente)
Solicitante Mkt de Produto Produção	Informações referentes às alterações ou requisitos básicos	Receber informações		
Projetista (?) Protheus (?)	Informação sobre alteração de PCI Eventuais PCIs de versão anterior em estoque	Dar baixa em estoque de versão obsoleta (Projetista de Hardware)	PCI's de versão anterior movida para o armazém 079	ERP(?) Produção
ERP(?) Produção	Informação de OP's abertas que se utiliza a PCI	Verificar e atualizar empenho de PCI	OP's canceladas e reabertas com a nova versão de PCI Abrir OP extra (quando a quantidade de PCI for menor que a empenhada na OP original)	ERP(?) Produção
P&D (?)	Informação para criação do código (?) informações para atualizar o sistema (?)	Atualizar sistema V1.0 Última revisão sem alteração de versão do PCI Última revisão com alteração de PCI	Código da estrutura do Produto criada no Protheus Estrutura com o código do produto gerado com componentes da estrutura em desenvolvimento criado no Protheus Se for alteração, versão da estrutura da PM na descrição atualizada Se for alteração, versão dos novos componentes atualizados em Rev. Final E-mail enviado sobre nova revisão de estrutura no sistema	Engenharia de Processos Compras PCPM
		Se alteração de PM, criar código de PM para nova versão de PCI	Notificação sobre a alteração para substituição em seus respectivos CIs	Produção (?)

Figura 14 – Mapa SIPOC da IT 040 - Criação e Alteração de estrutura.

Em alguns casos, não estava claro, pelo documento de origem, todos os *inputs* e *outputs*, ou quem eram os clientes e fornecedores quando haviam *inputs* e *outputs*. Todos esses casos foram sinalizados para posterior validação com os entrevistados.

#### 6.1.4 Entrevistas e acompanhamento in loco:

Foram realizadas mais de 50 entrevistas com duração entre uma a duas horas, dependendo da disponibilidade do entrevistado, com mais de 30 pessoas pertencentes às áreas principais do processo, como Marketing de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos e Automação Industrial, e às áreas de apoio, como Compras e Qualidade. Isso significa que algumas pessoas precisaram ser entrevistadas mais de uma vez para abranger todas as suas funções no processo. Nessas entrevistas foi possível validar informações contidas nos mapas SIPOCs, e identificar pontos que frequentemente não seguem o caminho padrão do processo descrito nas documentações da área. Durante as entrevistas, as informações sobre os pontos de atenção do processo foram entendidas e sinalizadas no ponto do fluxo onde elas ocorriam, para contribuir visualmente no enriquecimento de dados do mapeamento. De acordo com a evolução da quantidade de entrevistas, as atividades e os pontos de atenção foram validados e reforçados por outros entrevistados, corroborando para a manutenção da versão do processo com maior ocorrência atual. Esses pontos foram acrescentados ao mapa SIPOC de cada fluxo de atividade equivalente, para facilitar a identificação visual posterior, na modelagem. A figura 15 mostra um exemplo de mapa SIPOC (PQ 004, aba 1: criação de novos projetos) com as observações incluídas após as primeiras entrevistas. Esse documento descreve, de forma macro, todos os três principais processos, com foco na etapa de planejamento do projeto, após o

recebimento de requisitos pela Engenharia.

Processo:	PQ004 - Criação de novos projetos		Data da Elaboração:	
Responsável:	P&D		Próxima Revisão:	
Supplier (Fornecedores)	Input (Entradas)	Process (tarefa)	Output (Saídas)	Customer (Cliente)
Mkt de Produto	FIT249-01 Requisitos de Produto	Receber Requisitos do Produto (Coordenador de BU) (projetos iniciados antes dos requisitos entregues)		
Mkt de Produto; Diretor de P&D	Informações contidas na FIT249-01 Requisitos de Produto	Definir responsáveis (confirmar com especialista de produto entradas de SCPE e Projeto Especial)	BU e demais responsáveis no P&D definidos	BU definida; Pessoas das subáreas do P&D alocadas
Mkt de Produto; Coordenador da BU	Informações contidas na FIT249-01 Requisitos de Produto; Requisitos avaliados	Alocar tempo para o planejamento do projeto (Coordenador de BU) paralelo (tempo de planejamento pode ser longo)	Tempo alocado para planejamento de projeto	Responsáveis da BU; Demais responsáveis no P&D Mkt de Produto
Mkt de Produto Coordenador de BU	Informações contidas na FIT249-01 Requisitos de Produto;	Discutir requisitos (Coordenador de BU e Especialista de Produto) paralelo	Versão atualizada de Requisitos Requisitos negociados com Mkt de Produto, se necessário	Mkt de Produto; Responsáveis da BU
Mkt de Produto; Equipe do projeto	Versão atualizada dos Requisitos Escopo do projeto; Dúvidas sobre o projeto Primeira versão do Plano de Projeto	Realizar reuniões para apresentação e discussão de requisitos com a equipe do projeto (Coordenador de BU)	Versão final de Requisitos; Matriz de análise de riscos e oportunidades do projeto; Especificação detalhada do projeto; (verificar se é feito e quando é feito) Versão atualizada do Plano de projeto; Entregas intermediárias para avaliação de experiência do usuário definidas;	Equipe da BU; Demais responsáveis no P&D; Mkt de Produto

Figura 15 – Parte inicial do mapa SIPOC do PQ 004 - Processo de P&D: criação de novos projetos.

Em alguns casos, as entrevistas revelaram pessoas com funções que não estavam documentadas, ou que o descrito nos documentos não estava de acordo com o modo como as atividades de fato ocorriam. Também se identificou casos em que o gestor ou diretor era quem atualizava os documentos relacionados às atividades de sua equipe (ITs), gerando essas documentações divergentes da realidade. Nesses casos, foi necessário entender sobre as atividades da pessoa desde o início e assim criar o fluxo no *software* de modelagem.

Os acompanhamentos foram feitos em paralelo às entrevistas, contribuindo na validação e enriquecimento das informações coletadas. O tempo de cada acompanhamento variou de acordo com as atividades acompanhadas.

Com base em todas as informações coletadas via SIPOC, entrevistas e acompanhamentos in loco, foi possível criar novos níveis de profundidade dos processos, separando as atividades dentro da lógica entendida que elas seguem. Em vários casos, não havia uma IT associada diretamente às atividades. Assim, a estrutura final desenhada que serviu de base para a modelagem foi a seguinte:

**Desenvolvimento de novos produtos:** dentro desse processo, existem oito subprocessos nível 1 atrelados, e dezesseis subprocessos nível 2.

O primeiro subprocesso nível 1 é "Gestão de Portfólio", com dois subprocessos nível 2: "criação e manutenção de *roadmap*" e "criação e manutenção de portfólio". O segundo subprocesso nível 1 é "Campanha de Requisitos" e o terceiro é o "Planejamento do Projeto". (figura 16):

SUBPROCESSOS (nível 1)	SUBPROCESSOS (nível 2)	ÁREAS/ RESPONSÁVEIS ENVOLVIDOS	PQS RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS
Gestão de Portfólio	Criação e manutenção de roadmap	Comitê de Portfólio, Mkt de Produto e Engenharia (coordenador da BU)	PQ 056 - Gestão de Portfólio NOVUS	
	Criação e manutenção de portfólio	Mkt de Produto, Coordenador da BU, Comitê de portfólio		
Campanha de Requisitos		Mkt de Produto e Engenharia (coordenador da BU)	PQ 058 - Gestão de Novos Produtos	IT 240 - Elaboração de Benchmark de Produto; IT 247 - Estratégia de Marketing de Produto; IT 248 - Recrutamento de Early Adopters; IT 249 - Elaboração de Requisitos de Produto
Planejamento de Projeto		Engenharia (Coordenador da BU responsável e de software, Projetistas Mecânico, de Hardware e de Firmware, Testes, Testes EMC, Documentação, Desenvolvedores de software), TI	PQ 004 - Processo de P&D	-

Figura 16 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Gestão de Portfólio, Campanha de Requisitos e Planejamento de Projeto.

O próximo subprocesso nível 1 é o Desenvolvimento de produto. Devido a complexidade das atividades e subprocessos contidos nessa parte do processo foi necessário separá-lo em dois: antes e depois da atividade de criação de protótipo de PM (placa montada) na máquina de montagem SMD (Surface Mounted Device), uma atividade que só ocorre após a validação de todos os componentes que serão utilizados no *hardware*, e que exige indiretamente um estágio avançado do desenvolvimento de *firmware*. Esse subprocesso nível 1 conta com sete subprocessos nível 2: "Desenvolvimento de hardware 1", "Desenvolvimento mecânico 1", "Desenvolvimento de firmware 1", "Realização de Testes Intermediários", "Realização de testes EMC (compatibilidade eletromagnética) intermediários", "Desenvolvimento de Software 1" e "Criação de Documentação"(figura 17):

SUBPROCESSOS (nível 1)	SUBPROCESSOS (nível 2)	ÁREAS/ RESPONSÁVEIS ENVOLVIDOS	PQS RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS
Desenvolvimento de Produto 1 (pré-protótipo de PM na SMD)		Mkt de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos, Automação, Compras, Contas a pagar, Fiscal, Recebimento, Qualidade	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 041 - Criação de Itens sob Desenho; IT 042 - Criação de Manuais; IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 044 - Criação de Hardware; IT 115 - Solicitação de Compra de Amostras; IT 119 - Adequação de firmware de produto e software calibrador à produção; IT 140 - Cadastro e Homologação de Componentes; IT 235 - Testes P&D; IT 248 - Recrutamento de Early Adopters; IT 249 - Elaboração de Requisitos de Produto; IT 250 - Monitoramento do Desenvolvimento de Produto
	Desenvolvimento de Hardware 1	Projetista de hardware, coordenador da BU, projetista de testes EMC, projetista mecânico, projetista de firmware, Compras, PCP, Engenharia de Processos	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 044 - Criação de Hardware; IT 140 - Cadastro e Homologação de Componentes
	Desenvolvimento Mecânico 1	Projetista mecânico, projetista de hardware, projetista de firmware, Compras, Automação	PQ 004 - Processo de P&D	IT 040 - Criação de Estrutura
	Desenvolvimento de Firmware 1	Projetista de firmware, projetista de hardware, responsável de testes, projetista de testes EMC, desenvolvedor de software, Documentação	PQ 004 - Processo de P&D	IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 119 - Adequação de firmware de produto e software calibrador à produção;
	Realização de Testes Intermediários	Responsável de testes, projetista de firmware, projetista de hardware, desenvolvedor de software	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
	Realização de Testes EMC (compatibilidade eletromagnética) Intermediários	Projetista de testes EMC, projetista de firmware, projetista de hardware	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
	Desenvolvimento de Software 1	Desenvolvedor de software, desenvolvedor de firmware, responsável de testes	PQ 004 - Processo de P&D	IT 043 - Criação de Software ou Firmware
	Criação de Documentação	Coordenador da BU, responsável de embalagens, películas e etiquetas, responsável de cadastro de estrutura, responsável de manuais, projetista de firmware e de hardware, Compras	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 042 - Criação de Manuais

Figura 17 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Desenvolvimento de produtos (pré-protótipo de PM em SMD).

Após a criação de um protótipo de PM em SMD, o fluxo de atividades segue para o próximo subprocesso nível 1: "Desenvolvimento de produtos (pós-protótipo de PM em SMD)", que contém seis subprocessos nível 2. Essa é uma etapa em que as atividades dos projetistas são focadas principalmente na validação do protótipo final pela bateria de testes (figura 18):

SUBPROCESSOS (nível 1)	SUBPROCESSOS (nível 2)	ÁREAS/ RESPONSÁVEIS ENVOLVIDOS	PQs RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS
Desenvolvimento de Produto 2 (pós-protótipo de PM na SMD)		Mkt de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos, Automação, Compras, Contas a pagar, Fiscal, Recebimento, Qualidade	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 041 - Criação de Itens sob Desenho; IT 042 - Criação de Manuais; IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 044 - Criação de Hardware; IT 115 - Solicitação de Compra de Amostras; IT 119 - Adequação de firmware de produto e software calibrador à produção; IT 140 - Cadastro e Homologação de Componentes; IT 235 - Testes P&D; IT 248 - Recrutamento de Early Adopters; IT 249 - Elaboração de Requisitos de Produto; IT 250 - Monitoramento do Desenvolvimento de Produto
	Desenvolvimento de Hardware 2	Projetista de hardware, coordenador da BU, projetista de testes EMC, projetista mecânico, projetista de firmware, Compras, PCR, Engenharia de Processos	PQ 004 - Processo de P&D	IT 044 - Criação de Hardware; IT 235 - Testes P&D
	Desenvolvimento Mecânico 2	Projetista mecânico, projetista de hardware, projetista de firmware, Compras, Automação, Engenharia de Processos	PQ 004 - Processo de P&D	IT 040 - Criação de Estrutura
	Desenvolvimento de Firmware 2	Projetista de firmware, projetista de hardware, responsável de testes, projetista de testes EMC, desenvolvedor de software, Documentação	PQ 004 - Processo de P&D	IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 119 - Adequação de firmware de produto e software calibrador à produção;
	Realização de Bateria de Testes	Responsável de testes, projetista de firmware, projetista de hardware, desenvolvedor de software	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
	Realização de Testes EMC (compatibilidade eletromagnética)	Projetista de testes EMC, projetista de firmware, projetista de hardware	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
	Desenvolvimento de Software 2	Desenvolvedor de software, desenvolvedor de firmware, responsável de testes	PQ 004 - Processo de P&D	IT 043 - Criação de Software ou Firmware

Figura 18 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Desenvolvimento de produtos (pós-protótipo de PM em SMD).

Após a validação do protótipo final pela bateria de testes, e cumprida as atividades relacionadas à documentação, as atividades seguem para o próximo subprocesso nível 1: "Programação e Produção de Lote Piloto", que possui um subprocesso de nível 2 após a finalização da fabricação desse primeiro lote em linha de produção: "Bateria de Testes Final". Após aprovado, o produto é lançado ao mercado, conforme o subprocesso nível 1 "Campanha de Lançamento", e a partir disso tem seu desempenho no mercado monitorado. Quando atende aos critérios pré-definidos de obsolescência e baixo desempenho contínuo, tem-se o último subprocesso nível 1: "Campanha de descontinuidade de produto"(figura 19):

SUBPROCESSOS (nível 1)	SUBPROCESSOS (nível 2)	ÁREAS/ RESPONSÁVEIS ENVOLVIDOS	PQs RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS
Programação e Produção de Lote Piloto		Engenharia, Engenharia de Processos, PCR, Automação, Mkt de Produto	PQ 004 - Processo de P&D; PQ.009 - Controle de processo produtivo	IT 081 - Lote Piloto e Lançamento de Produto; IT 235 - Testes P&D
	Bateria de Testes Final	Responsável de testes, coordenador da BU e projetista de firmware	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
Campanha de Lançamento		Mkt de Produto, Engenharia, Comunicação	PQ 004 - Processo de P&D; PQ.058 - Gestão de Novos Produtos	IT 177 - Treinamento de Produtos Novos e Alterados; IT 251 - Campanha de Lançamento
Campanha de Descontinuidade de Produto		Mkt de Produto e Engenharia		IT 254 - Monitoramento da Performance dos Produtos Lançados; IT 255 - Monitoramento da Performance dos Produtos Maduros; IT 256 - Descontinuidade de Produto

Figura 19 – Estrutura de desenvolvimento de novos produtos: Planejamento e produção de Lote Piloto, Campanha de Lançamento e Campanha de descontinuidade de produto.

**Solicitações de Alteração de Produto (SAPs):** esse processo conta com dois subprocessos nível 1 e oito subprocessos nível 2. Devido às características que originam uma nova SAP serem muito diversas, a maior parte de suas atividades são opcionais. Por exemplo: se uma necessidade de alteração no *firmware* é o que origina uma determinada SAP, é provável que não haja mudanças de *hardware* nem de alojamento mecânico (figura 20):

SUBPROCESSOS (nível 1)	SUBPROCESSOS (nível 2)	ÁREAS/ RESPONSÁVEIS ENVOLVIDOS	PQS RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS
Criação e Execução da SAP		Engenharia, Mkt de Produto	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 041 - Criação de Itens sob Desenho; IT 042 - Criação de Manuais; IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 044 - Criação de Hardware; IT 119 - Adequação de firmware de produto e software calibrador à produção; IT 140 - Cadastro e Homologação de Componentes; IT 235 - Testes P&D
	Alteração de Hardware (opcional)	Projetista de hardware, coordenador da BU, projetista de testes EMC, projetista mecânico, projetista de firmware, Compras, PCP, Engenharia de Processos	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 044 - Criação de Hardware; IT 140 - Cadastro e Homologação de Componentes; IT 235 - Testes P&D
	Alteração Mecânica (opcional)	Projetista mecânico, projetista de hardware, projetista de firmware, Compras, Automação	PQ 004 - Processo de P&D	
	Alteração de Firmware (opcional)	Projetista de firmware, projetista de hardware, responsável de testes, projetista de testes EMC, desenvolvedor de software, Documentação	PQ 004 - Processo de P&D	IT 043 - Criação de Software ou Firmware; IT 119 - Adequação de firmware de produto e software calibrador à produção;
	Alteração de Software (opcional)	Desenvolvedor de software, desenvolvedor de firmware, responsável de testes	PQ 004 - Processo de P&D	IT 043 - Criação de Software ou Firmware
	Alteração de Documentação (opcional)	Coordenador da BU, responsável de embalagens, películas e etiquetas, responsável de cadastro de estrutura, responsável de manuais, projetista de firmware e de hardware, Compras	PQ 004 - Processo de P&D	IT 011 - Cadastro de produtos; IT 040 - Criação de Estrutura; IT 042 - Criação de Manuais
	Realização de Bateria de Testes (opcional)	Responsável de testes, projetista de firmware, projetista de hardware, desenvolvedor de software	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
	Realização de Testes EMC (compatibilidade eletromagnética) (opcional)	Projetista de testes EMC, projetista de firmware, projetista de hardware	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D
Programação e Produção de Lote Piloto (opcional)		Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Automação, Mkt de Produto	PQ 004 - Processo de P&D; PQ 009 - Controle de processo produtivo	IT 081 - Lote Piloto e Lançamento de Produto; IT 235 - Testes P&D
	Bateria de Testes Final	Responsável de testes, coordenador da BU e projetista de firmware	PQ 004 - Processo de P&D	IT 235 - Testes P&D

Figura 20 – Estrutura de solicitações de alteração de produto (SAPs).

**Solicitações de Cadastro de Produto Especial:** produtos especiais são aqueles que são vendidos apenas a um cliente específico. Por serem, a princípio, customizações simples, como mudanças no logo de embalagem e películas (*branding*), e que são encaradas como um diferencial por determinados clientes, a empresa entende que faz sentido realizar esse serviço (figura 21). No entanto, essas customizações também podem ser em *hardware* ou *firmware*, implicando em um tempo maior para produzi-la e, quando for o caso, podem gerar novas SAPs, entrando no fluxo do processo anterior.

**Instruções de Alteração Provisória (IAPs):** quando alguma alteração de produto implica em retrabalhos nos produtos já produzidos e em estoque, cria-se uma IAP para que esse retrabalho esteja devidamente formalizado e se torne rastreável (figura 21). Ela também pode surgir por outros motivos, mas que não estão atrelados ao PDP diretamente.

PROCESSOS	SUBPROCESSOS (nível 1)	SUBPROCESSOS (nível 2)	ÁREAS/ RESPONSÁVEIS ENVOLVIDOS	PQS RELACIONADOS	ITS RELACIONADAS
Solicitação de Cadastro de Produto Especial (SCPE)	Branding		Comercial, Mkt de Produto, Engenharia, Engenharia de Processos	PQ 004 - Processo de P&D	IT 114 - SCPEs; IT 246 - Análise de viabilidade de produtos;
		Responsável pelas embalagens, películas e etiquetas, responsável pelo cadastro de estrutura			
Instrução de Alteração Provisória (IAP)			Engenharia, Engenharia de Processos, PCP, Expedição, Almoxarifado, Assistência Técnica e Qualidade	PQ 004 - Processo de P&D	IT 038 - Instrução de Alteração Provisória;

Figura 21 – Estrutura de solicitações de cadastro de produto especial (SCPEs) e de instruções de alteração provisória (IAPs).

## 6.2 MODELAGEM E ANÁLISE

### 6.2.1 Modelagem

A modelagem do processo seguiu a mesma lógica da estrutura sequencial identificada nas etapas iniciais, e foi possível iniciá-la ao longo das entrevistas, conforme a sequência das atividades foi se tornando bem entendida. Foram gerados mais de dez arquivos em BPMN, somando 37 diagramas, para captar as etapas do processo ponta a ponta, utilizando as notações de eventos inicial e final para conectar uns aos outros, além da relação de *inputs* e *outputs* das atividades entre as diferentes etapas do processo.

Em todos os diagramas, seguiu-se a mesma lógica de sinalização por cores:

- **Rosa:** identificador de pontos de atenção identificados ao longo das etapas anteriores de mapeamento;
- **Azul:** Ações de melhoria para resolução de dores no processo identificadas antes do início do mapeamento mas que ainda estão em fase de implementação;
- **Roxo:** Pontos de divergência entre os entrevistados, em que não está padronizado a forma como aquilo é realizado (documentos ou atividades);
- **Cinza:** Comentários sobre o processo que são características da atividade mas que não foram apontadas como dores.

A complexidade das modelagens variou bastante dependendo dos subprocessos envolvidos. São apresentados exemplos de modelagem para cada nível de complexidade abaixo:

**Campanha de Requisitos:** Este subprocesso possui poucas atividades mas produzem *outputs* que serão utilizados ao longo de todas as etapas seguintes, em especial, o documento de Requisitos do produto. Nesse subprocesso há a comunicação com um processo externo, relacionado aos potenciais clientes e Early Adopters. (figura 22).

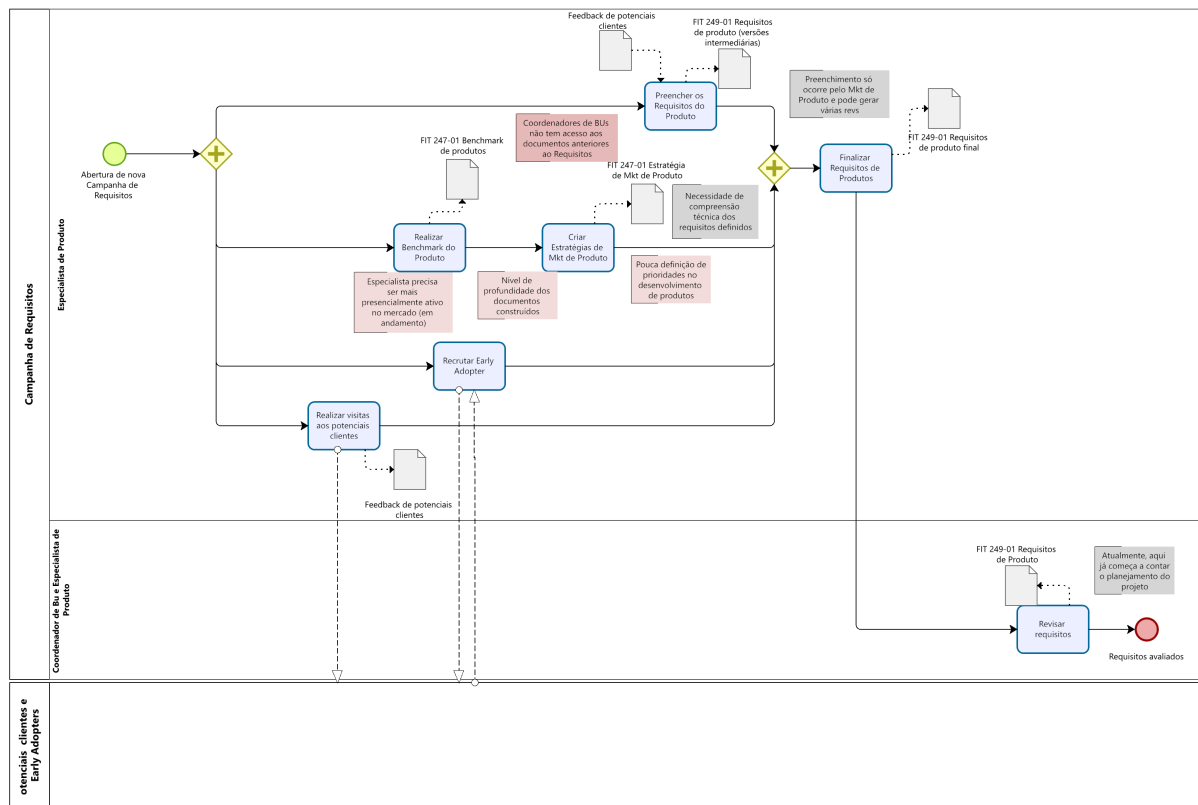


Figura 22 – Modelagem de "Campanha de Requisitos".

**Planejamento de projeto:** Esse subprocesso se caracteriza por ter várias atividades que vão ocorrendo paralelamente até que se tenha uma validação de todas as partes técnicas dos Requisitos, bem como os documentos necessários para o projeto, como o Plano de projeto, a Matriz de análise de riscos e oportunidades, e o Cronograma do projeto no Teamwork (figura 23).



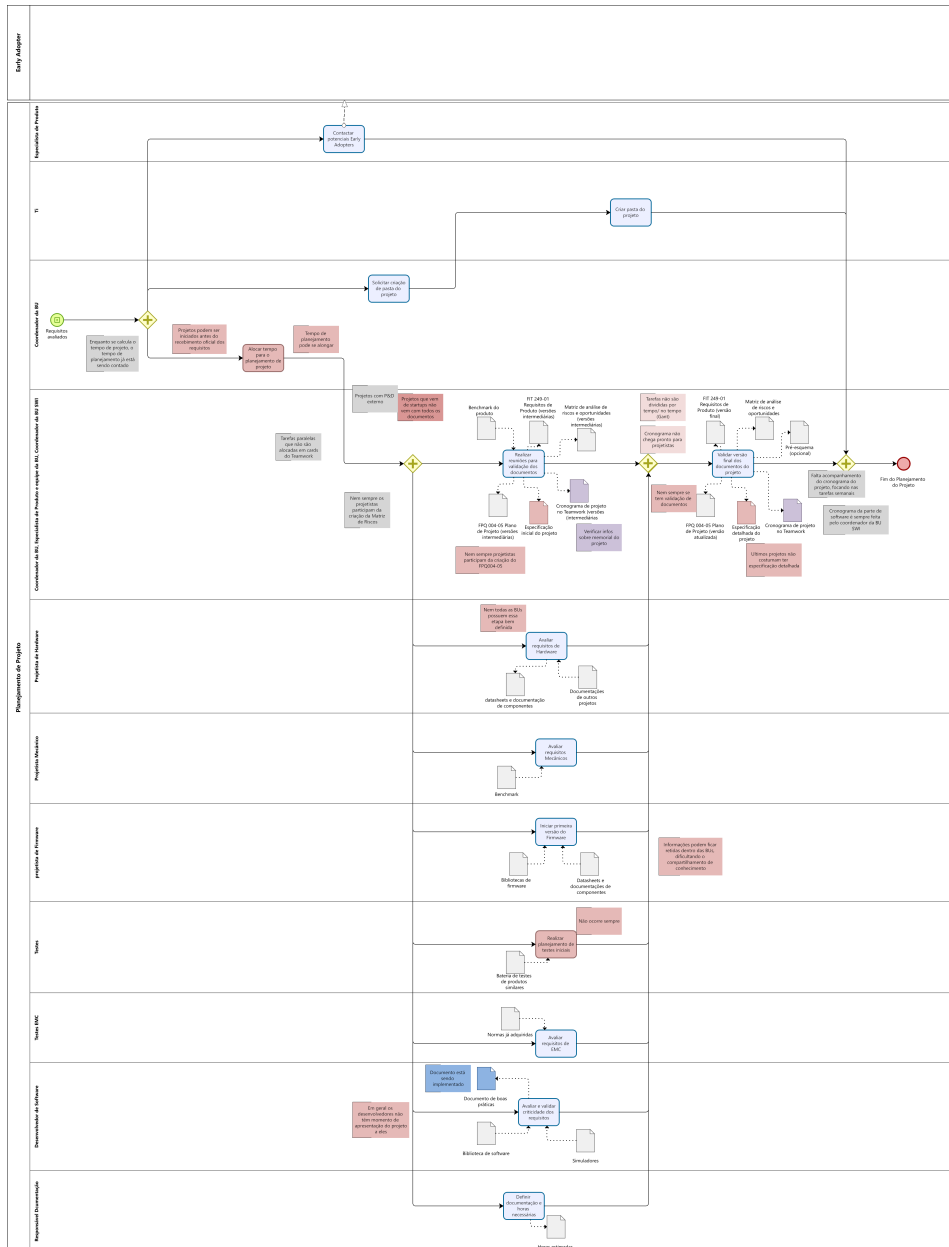


Figura 23 – Modelagem de "Planejamento de projetos".

**Desenvolvimento de produtos 1 (pré-protótipo de PM em SMD):** Nesse subprocesso há o desenvolvimento das primeiras etapas do produto, com diferentes partes sendo desenvolvidas paralelamente, com os testes intermediários ocorrendo para garantir que o que está sendo criado está funcional e de acordo com os requisitos. Se caracteriza por ter vários subprocessos nível 2 que ocorrem paralelamente, e com *outputs* que servem de *inputs* entre eles (figura 24).

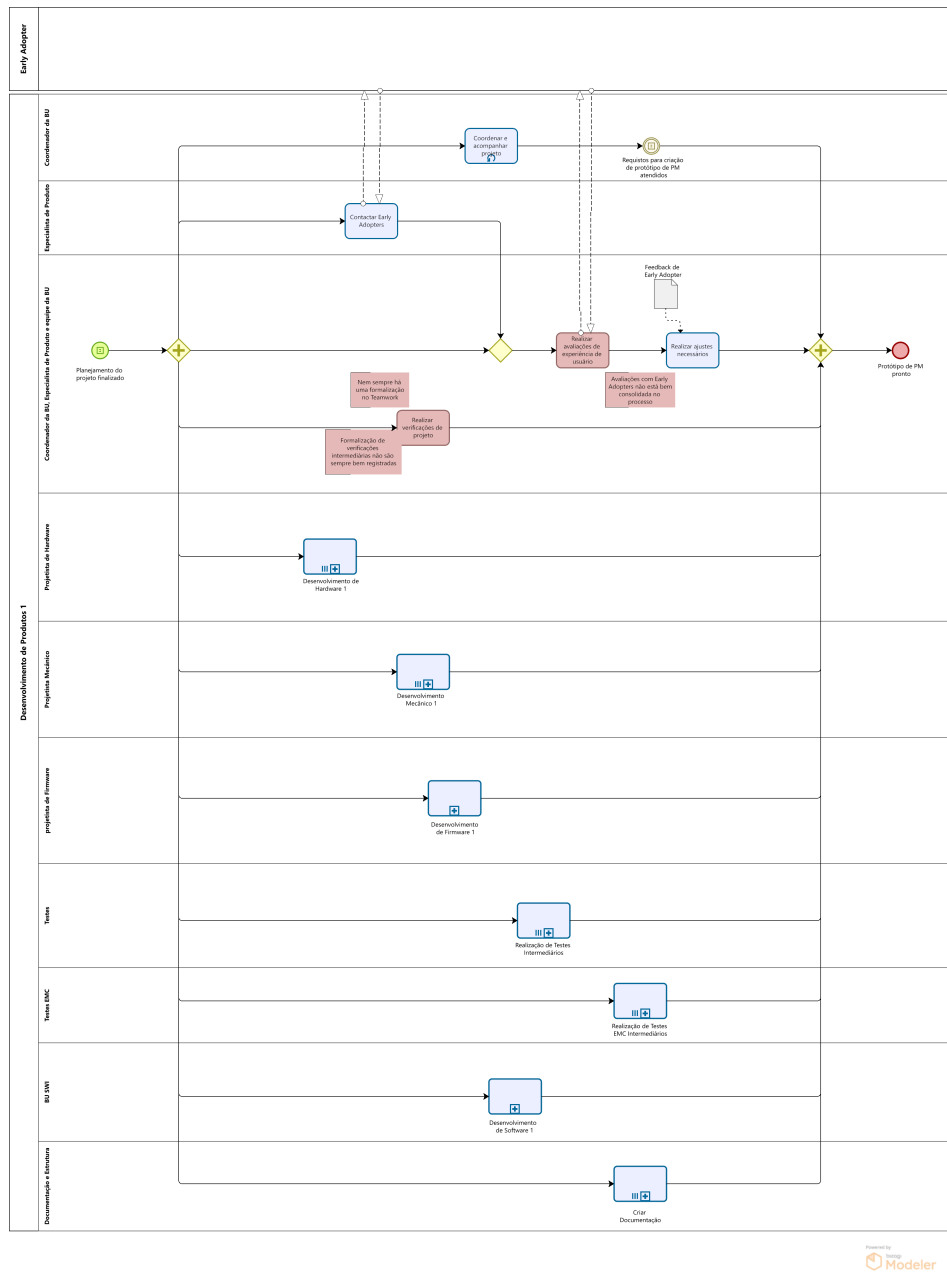


Figura 24 – Modelagem de "Desenvolvimento de produtos (pré-protótipo de PM em SMD)".

**Desenvolvimento de Hardware 1:** Esse é um subprocesso nível 2 com muitas interações com outras áreas. Além disso, é um subprocesso com muitas etapas de aprovações (figura 25):

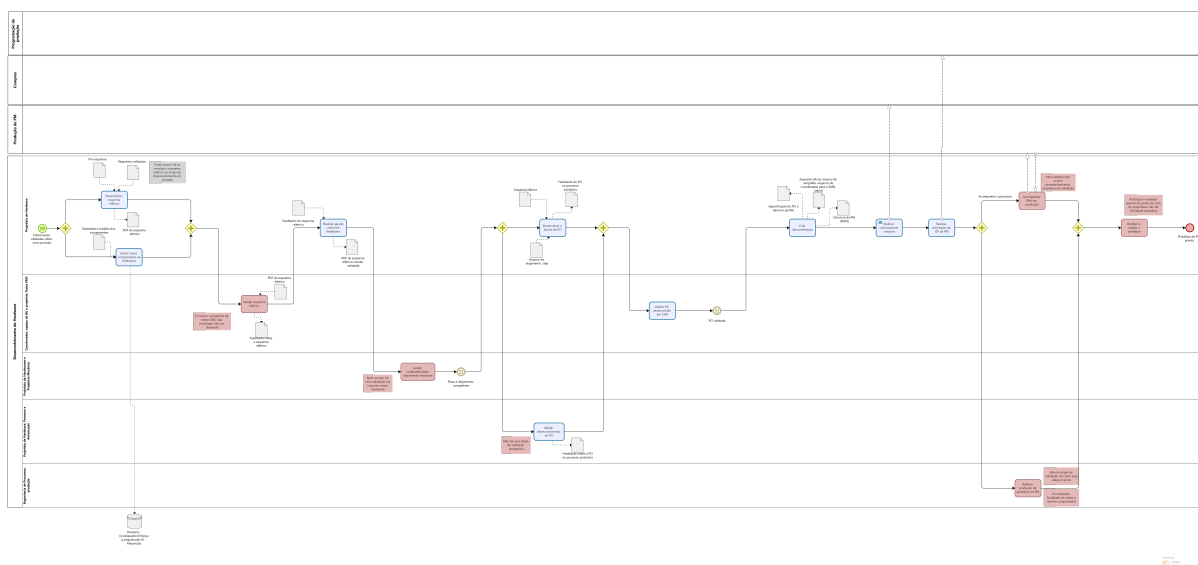


Figura 25 – Modelagem de "Desenvolvimento de Hardware 1". É um subprocesso com muitas etapas de validação e interação com outras áreas.

Nos fluxos modelados foram evidenciados pontos e atividades que não seguem o mesmo padrão para diferentes BUs (*Business Units*), que foram validados por diferentes entrevistados. Eles serviram de base para o levantamento e análise de dados e relatórios em seguida.

### 6.2.2 Definição dos dados para análise

A primeira versão de estrutura do PDP, ainda na identificação do modelo, já permitiu escolher as métricas e o tipo de conteúdo que poderiam ser relevantes para se levantar dados de relatórios. Com o avanço das entrevistas, os focos de provável maior impacto no processo se tornaram ainda mais evidentes. Além disso, foi possível distinguir dois tipos de informações que deveriam ser analisadas: as qualitativas e as quantitativas. As informações qualitativas são aquelas que, em geral, trazem pontos de falha que deverão ser tratados buscando sua causa-raiz e entendendo os impactos que eles tendem a causar no resultado do processo. Alguns exemplos de pontos de atenção frequentemente trazidos pelos entrevistados são os seguintes:

- falta de clareza sobre quem são os clientes de seus *outputs* gerados, com documentos sendo criados sem uma preocupação com o fato do conteúdo estar ou não cumprindo com as necessidades de quem o recebe;
- falta de comunicação entre as equipes de projetistas das BUs (*Business Units*), gerando retrabalhos que tendem a aumentar o tempo total do projeto;
- criação de materiais que são base para os requisitos sem a participação dos coordenadores, gerando várias versões dos requisitos antes mesmo de chegar à equipe de projetistas da BU para análise de viabilidade técnica;
- divergências entre gestores e diretor com relação ao tempo total recomendável para o

- planejamento do projeto;
- sobrecarga de alguns projetistas com demandas de fora dos projetos que necessitam de várias horas na semana, comprometendo o tempo disponível de horas alocadas no projeto de fato;
- dificuldades em relação à consistência de informações trocadas de forma assíncrona, afetando principalmente as equipes que trabalham majoritariamente em *homeoffice*;
- pouca integração entre a BU (*Business Unit*) de *software* com as demais BUs, dificultando a troca de informações e a aproximação dos desenvolvedores de *software* com os projetos que realizam outras etapas do processo;
- SCPEs criadas sem passar pelo fluxo correto, não atendendo a critérios financeiros estipulados pelo Marketing de produtos;
- pouca padronização na criação de códigos de *firmware* e *software*, dificultando o entendimento do que foi criado por outras pessoas.

As informações quantitativas são aquelas métricas que permitem análises comparativas. São números de venda, de faturamento, de produtos lançados, que podem ser utilizados para entender o cenário dos últimos anos da empresa, e validar o quanto aquilo que se planeja é o que está ocorrendo, de fato. Os relatórios mais focados foram os seguintes:

- planilha de viabilidade para novas SCPEs;
- planilha de custo hora-homem para SCPEs;
- planilha de custos planejados para um novo projeto;
- relatórios de projeto na ferramenta de controle da Engenharia, o Teamwork;
- relatórios de vendas e faturamento de novos produtos, SAPs e SCPEs;
- listas-mestre de SCPEs, SAPs e IAPs.

### 6.2.3 Validação do mapeamento

Para validar o mapeamento, foram realizadas reuniões com os gestores das principais áreas envolvidas (Marketing de Produtos, Engenharia, Engenharia de Processos e Automação) para revisão do fluxo modelado e dos pontos de atenção identificados. Nessa etapa não houve alterações relevantes dos diagramas, e foi um momento que serviu para tomada de conhecimento, por parte dos gestores, de como as atividades ao longo do processo ocorrem atualmente, de fato. Paralelamente, foi utilizada uma versão de visualização dos fluxos modelados que permitiu a interação dos revisores de versões nos diagramas sem a necessidade de instalar o Bizagi. Nessa versão de visualização é possível interagir com o fluxo de acordo com a necessidade e ver quais são as regras de negócio associadas às atividades clicando na atividade desejada (figura 26):



Figura 26 – Exemplo de fluxo publicado para revisão, podendo acessar facilmente as regras de negócio em cada atividade.

#### 6.2.4 Análise via SVM (*Support Vector Machine*)

A partir das etapas anteriores e da modelagem gerada, alguns pontos de atenção foram levados em conta na escolha dos dados que seriam utilizados para análise por SVM. Um dos pontos mais destacados ao longo do mapeamento foi sobre o impacto das SCPEs (Solicitações de Cadastro de Produto Especial) no *roadmap*, sobretudo por serem customizações realizadas para um único cliente, em detrimento do desenvolvimento de produtos que serão vendidos ao mercado geral. Este é um problema conhecido na empresa e que já passou por uma série de modificações, na tentativa de minimizar os atrasos gerados. A ação mais recente é a de criar um critério objetivo para definir quais SCPEs devem ou não ser aceitas. Apesar disso, não é raro os casos em que o fluxo não é respeitado, com SCPEs criadas mesmo sem obedecer aos critérios definidos. Além disso, não existe, hoje, um controle sobre aquilo que se é esperado de vendas e faturamento de uma SCPE e aquilo que realmente se ganha. Assim, a análise por SVM foi realizada no sentido de visualizar esses números e compreender a realidade, e se os limites definidos para aceitação de novas SCPEs fazem sentido e, portanto, se devem ou não ser respeitados.

**Dados utilizados:** Foram coletados relatórios do ERP da empresa sobre quantidade de venda e de faturamento de todas as SCPEs (Solicitações de Cadastro de Produtos Especiais) geradas desde 2019, período em que começaram a haver as primeiras tentativas de criação de critérios para aceitar ou não uma nova SCPE. Os dados escolhidos para análise foram, especificamente, os de faturamento anual por SCPE, uma vez que o critério financeiro é o mais claro na aceitação ou reprovação de acordo com as intenções mais recentes da gestão. Os dados foram divididos entre duas classes: SCPEs com bom desempenho de faturamento anual, e SCPEs com desempenho de faturamento anual ruim. Essa divisão foi feita com a partir do valor estimado de faturamento anual utilizado até 2022 como critério de aprovação de novas

SCPEs: U\$10,000.00 por ano. Existe, atualmente, uma intenção da área responsável de definir novos critérios financeiros de aprovação de novas SCPEs para que o impacto no *roadmap* seja compensado pelo faturamento anual que um produto de SCPE traga de fato, elevando o valor de corte para U\$20000,00. Isso, porém, tem gerado questionamentos a outras partes do processo, que frequentemente tentam burlar o caminho padrão para que sua sugestão de SCPE não seja barrada. É importante lembrar que não havia, até o momento deste trabalho, uma análise em cima dos valores de faturamento real de cada SCPE, que comparasse os valores estimados com o que realmente é vendido.

O primeiro passo foi plotar esses valores puros em um gráfico (figura 27):

Faturamento anual SCPE

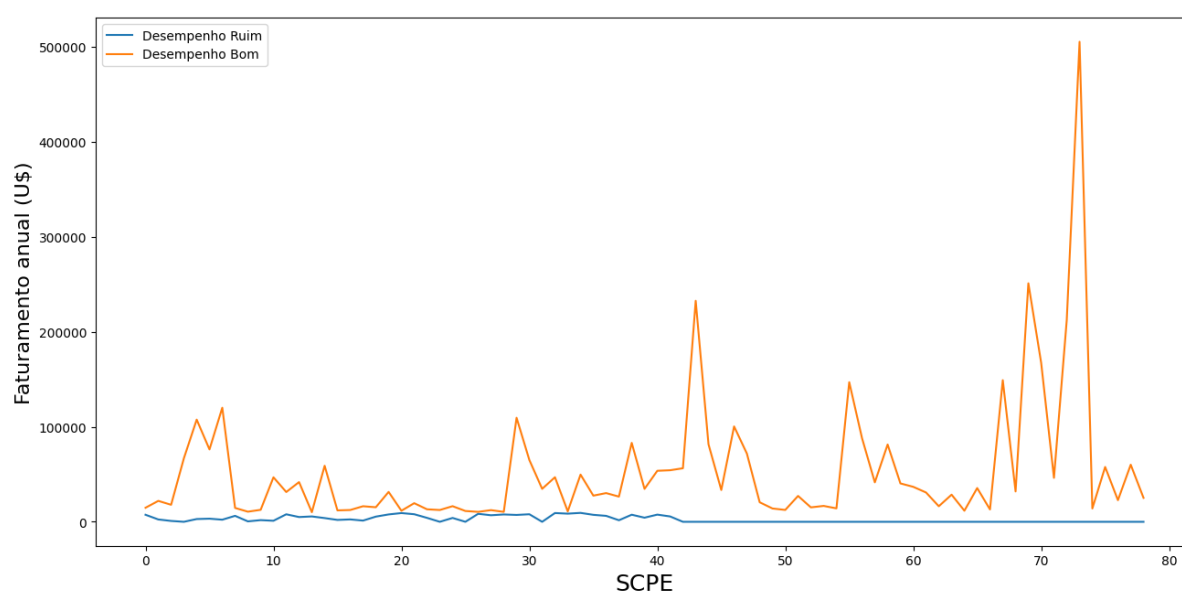


Figura 27 – Valores puros de faturamento anual por SCPE desde 2019.

**Tratamento dos dados:** A fim de amenizar os ruídos dos dados, foram calculadas a média móvel e a variância móvel dos valores de faturamento anual e, a partir desses valores, gerou-se os dados para alimentar o algoritmo de SVM (*Support Vector Machine*) (figuras 28, 29 e 30):

Média móvel de faturamento anual por SCPE

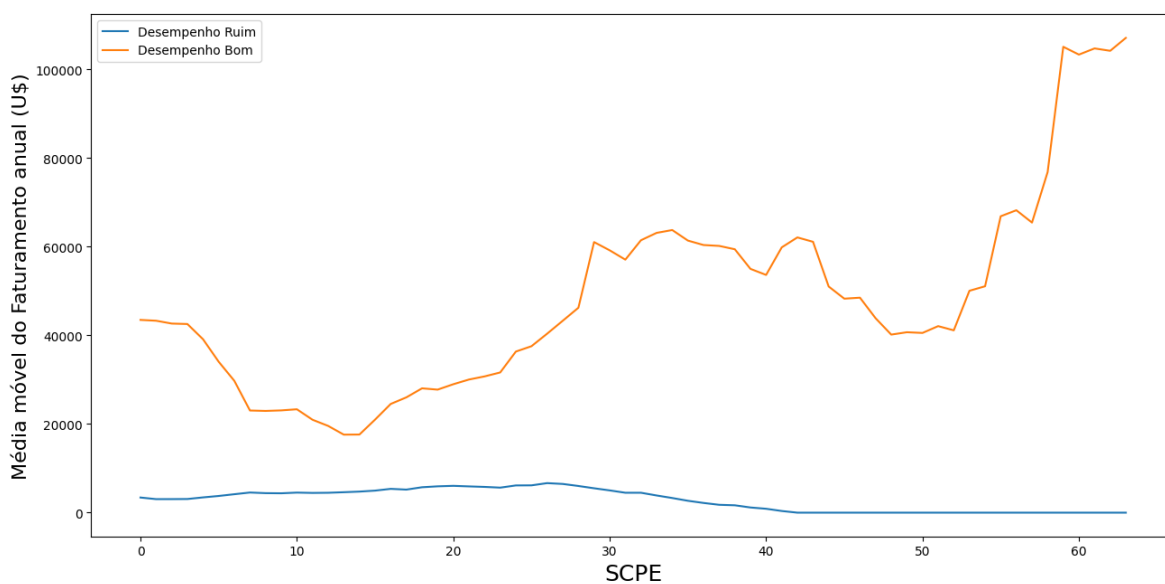


Figura 28 – Gráfico da média móvel dos valores de faturamento por SCPE desde 2019.

Variância móvel de faturamento anual por SCPE

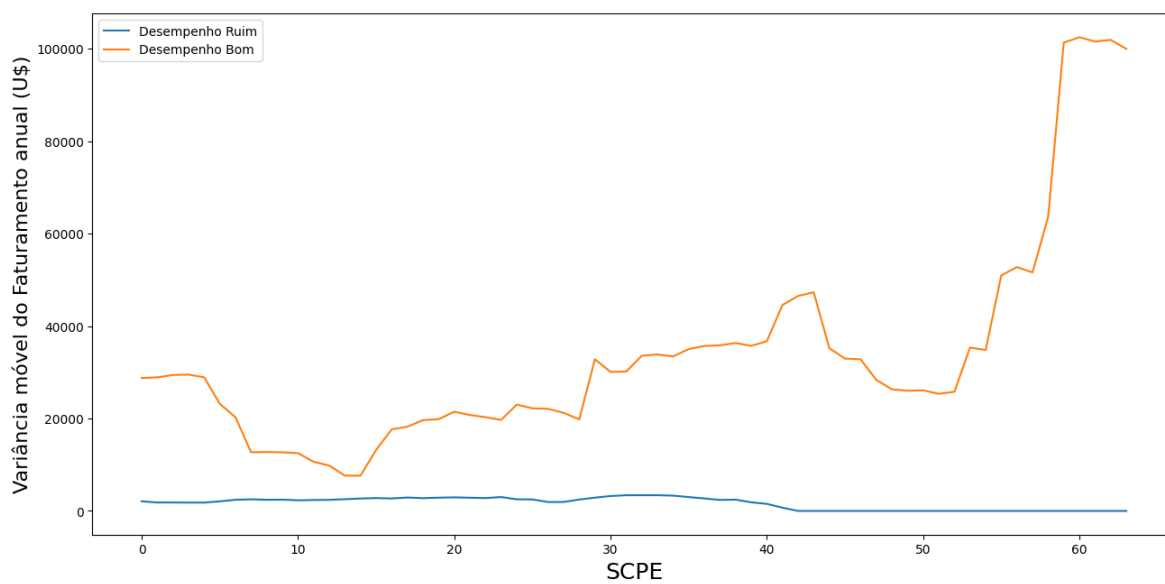


Figura 29 – Gráfico da variância móvel dos valores de faturamento por SCPE desde 2019.

## Variância móvel pela média móvel do faturamento anual por SCPE

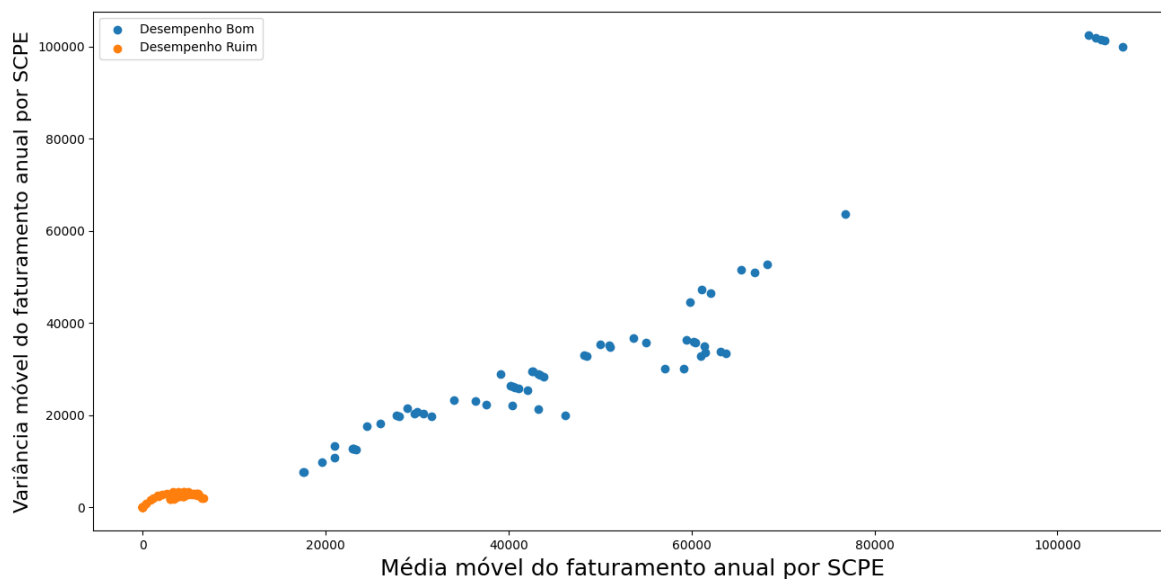


Figura 30 – Gráfico da variância móvel pela média móvel dos valores de faturamento por SCPE desde 2019, que servirão de base para o SVM.

Com esse último gráfico (figura 30) já foi possível visualizar uma separação mais nítida das duas classificações definidas. Por isso, esses foram os dados utilizados para se aplicar SVM, a fim de se obter a reta (já que os dados formam um plano) que melhor separa os dados.

**Classificação de dados por SVM:** Para aplicar SVM, foi utilizado o conjunto de pontos  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ , onde  $y_i$  é cada indicador de classe, sendo  $y_0 = 0$  e  $y_1 = 1$ . Foi feito, então, uma matriz de três colunas, onde a primeira é variância móvel, a segunda é média móvel e a terceira, 0 ou 1, para definir a classificação "faturamento anual ruim" ou "faturamento anual bom".

A partir desses dados da matriz, aplicou-se SVM utilizando a biblioteca SKLEARN em *Python*, baseada na biblioteca LIBSVM. O hiperplano gerado foi o seguinte (figura 31):



## Hiperplano para faturamento anual de SCPEs

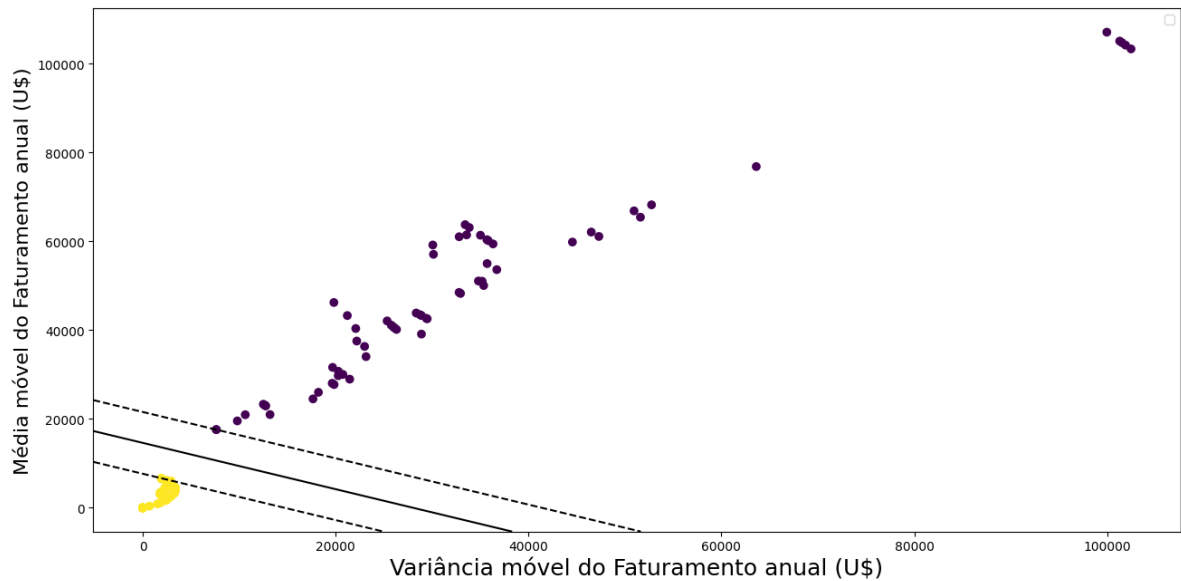


Figura 31 – Hiperplano gerado para variância móvel e média móvel do faturamento anual das SCPEs. Os pontos em roxo são o faturamento anual das SCPEs com bom desempenho, e os pontos em amarelo são o faturamento anual das SCPEs com desempenho ruim.

U\$20000,00 é o critério financeiro proposto pela área responsável para aprovação de novas SCPEs para que o impacto no *roadmap* seja compensado pelo faturamento anual que um produto de SCPE traga, de fato. Analisando o hiperplano gerado, pode-se afirmar que o valor de U\$20000,00 parece mais coerente para evitar SCPEs com desempenho ruim do que o valor de U\$10000,00, utilizado até 2022. Esse resultado auxilia na validação das escolhas desses novos critérios, e na aceitação deles pelos participantes do processo, para evitar que ele aconteça sem seguir o caminho correto. Essa primeira análise também serviu para abrir caminho para o uso dessa ferramenta em outras avaliações no processo, como a predição de categoria de novas SCPEs baseada nas características das que já foram executadas, e englobar outros processos que fazem parte do macro PDP, como as SAPs (Solicitações de Alteração de Produtos) e até mesmo o desenvolvimento de novos produtos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação inicial do BPM (*Business Process Management*) aliada às análises por SVM (*Support Vector Machine*) se mostraram um conjunto capaz de fornecer bons insumos para a otimização do PDP da empresa. As análises via SVM geraram resultados que contribuem nas informações para tomadas de decisões nas próximas fases do Ciclo BPM, em que o processo será redesenhado. Selecionou-se, de forma clara, as ferramentas que foram utilizadas em cada etapa (macro e micro), gerando evidências bem documentadas dos resultados.

O modelo de PDP da empresa foi identificado e comparado com o modelo de referência, tendo sido o ponto de partida para a montagem da sequência lógica das atividades do mapeamento, e a identificação correta dos responsáveis ao longo do processo.

O mapeamento do PDP conseguiu abranger todas as áreas com participação ativa no processo, assim como os responsáveis pelas atividades, identificando devidamente os *inputs* e *outputs*, bem como seus fornecedores e clientes, inclusive nos casos em que isso não estava bem documentado previamente. Isso permitiu visualizar o processo ponta a ponta (anteriormente descrito por funções setorializadas), facilitando a identificação das conexões entre as atividades da área.

A modelagem permitiu visualizar a complexidade das atividades, evidenciando aquelas com excessos de aprovação, por exemplo, assim como aquelas com muitas interações e com muitas atividades acontecendo paralelamente. Os pontos de atenção, como gargalos e pontos de retrabalho foram bem sinalizados ao longo da modelagem através de indicações com cores em destaque, e serão úteis nas próximas etapas e no redesenho do processo.

O trabalho foi realizado com a participação ativa dos envolvidos do processo, garantindo que as atividades modeladas estivessem conforme o que ocorre no processo atualmente.

As atividades do trabalho se mostram alinhadas aos objetivos estratégicos relacionados aos processos de negócio e ao PDP da empresa, e contribuem para a padronização e maior eficiência do processo, uma vez que ele está modelado de ponta a ponta conforme sua ocorrência atual.

### 7.1 TRABALHOS FUTUROS

Todo o trabalho servirá de base para a continuação das etapas para implementação do BPM na empresa. As análises do processo se seguirão, observando os pontos quantitativos e qualitativos identificados no trabalho, para posteriormente redesenhar o processo e implementar as ações de melhoria.

Os resultados das análises iniciais por SVM (*Support Vector Machine*) incentivam o uso da ferramenta para classificação e predição de outros dados, a partir das características daquilo que já foi lançado, como desempenho de produtos oriundos de SAPs (*Solicitações*

de Alteração de Produtos) e de novos produtos lançados, bem como para classificar novos projetos.

## Referências

- [1] ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.
- [2] TROTT, P. J. et al. Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos. 4a edição, Bookman, 2012.
- [3] BERG, V. et al. Achieving agility and quality in product development - an empirical study of hardware startups. *Journal of Systems and Software*, v. 167, p. 110599, 1 set. 2020.
- [4] Hong, P., Doll, W.J., Nahm, A.Y. and Li, X. (2004), "Knowledge sharing in integrated product development", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 7 No. 2, pp. 102-112.
- [5] FACHINELLO, Tatiana; OLIVEIRA, Marcelo Frasson de ; CUNHA, Gilberto Dias da . Análise do Processo de Desenvolvimento de Produtos Empresarial. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.
- [6] KECHINSKI, C. P. et al. Análise do modelo de desenvolvimento de produto de uma empresa fabricante de produtos e soluções para o setor automotivo. *Exacta*, v. 8, n. 1, p. 81–88, 25 maio 2010.
- [7] CUNHA, G. D. Uma Análise da Evolução dos Procedimentos de Execução do Desenvolvimento de Produtos. *Revista Produto & Produção*, Porto Alegre, v. 7, n.1, 2004.
- [8] ABPMP- Association of Business Process Management Professionals, BPM CBOK, Versão 4.0. 1ª edição, 2020, 455 páginas.
- [9] SANTOS, W. O. . O Impacto do Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM) nos Custos Organizacionais. anais do VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia SEGeT , 2014.
- [10] GAZOVA, Andrea; PAPULOVA, Zuzana; SMOLKA, David. Effect of Business Process Management on Level of Automation and Technologies Connected to Industry 4.0, *Procedia Computer Science*, v. 200, 2022, pag. 1498-1507.
- [11] Treinamento ECR Apostila, 2019, 71 páginas.
- [12] Curso PRODUTTARE Material de aulas, 2021, 189 páginas.
- [13] DAVENPORT, Thomas H., *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*, Boston: Harvard Business School Press, 1993.
- [14] DE LIMA, F. U. Processos Organizacionais. Adaptado de José Ernesto Lima Gonçalves. Processo, que processo? *RAE* v. 40, 31 páginas
- [15] CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry*. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- [16] CUNHA, V. P.; DE OLIVEIRA, M. G.; ROZENFELD, H. Análise da realização da

- macro-fase de pré- desenvolvimento do PDP: estudo de casos múltiplos. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010.
- [17] CHANG, C.-C.; LIN, C.-J. LIBSVM: A library for support vector machines. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, v. 2, n. 3, p. 1–27, abr. 2011.
- [18] CORTES, C.; VAPNIK, V. Support-vector networks. *Machine Learning*, v. 20, n. 3, p. 273–297, set. 1995.
- [19] Support vector machine, acesso em março, 2023:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Support\\_vector\\_machine](https://en.wikipedia.org/wiki/Support_vector_machine).
- [20] Addan, D; Aulas Unibrasil, 2019, 34 páginas.
- [21] Boser, Bernhard E.; Guyon, Isabelle M.; Vapnik, Vladimir N. (1992). "A training algorithm for optimal margin classifiers". *Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory – COLT '92*. p. 144. [22] Feihua, Y.; Kazuhito I.; Michael, W.; Hirofumi H.; Andrew R.; Petr V.; A-Xing Z.; Alfredo H.; Steven W.; Ramakrishna R. (2007) "Developing a continental-scale measure of gross primary production by combining MODIS and AmeriFlux data through Support Vector Machine approach, *Remote Sensing of Environment*", v. 110, Issue 1, p. 109-122.
- [23] Meng-Dar S.; Chih-Chieh Y. (2008) "Multiclass SVM-RFE for product form feature selection", *Expert Systems with Applications*, v. 35, Issues 1–2, p. 531-541.
- [24] Business Process Model and Notation: Process & Examples, Acesso em Abril, 2023:  
<https://study.com/academy/lesson/business-process-model-and-notation-process-examples.html>.