



**Diego Rodrigo Barth**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE PLM NO SETOR DE  
ENGENHARIA DE UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE**

Horizontalina - RS

2021

Diego Rodrigo Barth

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE PLM NO SETOR DE  
ENGENHARIA DE UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE

Trabalho Final de Curso apresentado como  
requisito parcial para o Trabalho Final de Curso na  
Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina,  
sob orientação da professora Eliane Garlet, Ma.

Horizontina-RS

2021

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE PLM NO SETOR DE  
ENGENHARIA DE UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE**

**Elaborada por:  
Diego Rodrigo Barth**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

Aprovado em: dd/mm/20aa  
Pela Comissão Examinadora

---

Ma. Eliane Garlet  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientadora

---

Titulação. Nome do Examinador Interno  
FAHOR – Faculdade Horizontalina

---

Titulação. Nome do Examinador Interno  
FAHOR – Faculdade Horizontalina

À minha mãe Juraci Barth e meu pai Pedro Barth e meu irmão Alessandro Barth, por sua capacidade de acreditar e torcer por mim. À minha namorada Camila Lima pelo seu cuidado e incentivo que me deram força para seguir. À minha orientadora Eliane Garlet pela atenção dedicada ao longo deste estudo.

## AGRADECIMENTO

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

"O sucesso não acontece por acaso. É trabalho duro, perseverança, aprendizado, estudo, sacrifício e, acima de tudo, amor pelo que você está fazendo ou aprendendo a fazer."

(Pelé)

## RESUMO

A competitividade de uma empresa está diretamente ligada à sua capacidade de adicionar novos produtos ao seu portfólio. Este trabalho surgiu da necessidade de otimizar o processo de desenvolvimento de novos produtos, com o objetivo de reduzir o tempo, atendendo às exigências dos clientes. O método de pesquisa se caracteriza com uma pesquisa-ação, com abordagens qualitativas e quantitativas, com predominância ao tipo de pesquisa explicativa. Através da coleta de dados foi possível entender os principais problemas da engenharia e chegar à causa raiz de tais problemas, causados na maioria pela falta de aderência da ferramenta utilizada com as metodologias de trabalho da engenharia. Para a solução do problema, entendeu-se que a implementação de uma ferramenta de *Product Lifecycle Management* (PLM) poderia tornar os processos mais eficientes e robustos. Mediante esta análise foi implementada a ferramenta *Teamcenter* da *Siemens*, que proporcionou adequar os processos existentes às metodologias de PLM. Como principais ganhos, pode destacar-se a qualidade que as informações são disponibilizadas para os usuários, possibilitando que o tempo antes gasto na pesquisa por informações, seja gasto com atividades que agregam valor ao produto e processo. Outro ganho importante foi a possibilidade de rastrear as informações durante todo o ciclo de vida de um produto, trazendo informações valiosas que podem ser transformadas em aprendizado e melhoria nos processos existentes. E por fim, o ganho de produtividade com a eliminação de atividades que não agregam valor, tornando os desenvolvimentos de produtos mais ágeis, atendendo as expectativas dos clientes.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de Produtos. Gestão do Ciclo de Vida de Produtos. *Teamcenter*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases e etapas do desenvolvimento do produto.....	20
Figura 2 – Principais resultados das fases.....	21
Figura 3 – Ciclo de melhoria contínua.....	22
Figura 4 – Cronograma de planejamento da qualidade do produto .....	22
Figura 5 – Ciclo de vida de um produto.....	23
Figura 6 – Exemplo de um arquivo XML .....	26
Figura 7 – Tela inicial do BMIDE .....	27
Figura 8 - Conceito do fluxo de trabalho .....	29
Figura 9 – Visualização do fluxo em execução .....	29
Figura 10 – Utilização de <i>handler</i> no fluxo de trabalho .....	30
Figura 11 – Determinação do tipo da folha de estilo .....	31
Figura 12 – Tela de administração das variáveis de ambiente.....	32
Figura 13 – Estrutura da organização .....	33
Figura 14 – Hierarquia de classificação .....	34
Figura 15 – Etapas de implementação do estudo .....	40
Figura 16 - Prioridades do Projeto <i>Teamcenter</i> .....	45
Figura 17 – Tipos de objetos para criação .....	47
Figura 18 - Criação das propriedades .....	49
Figura 19 - Criação de repositórios .....	49
Figura 20 - Relacionando repositórios à itens .....	50
Figura 21 - Criando regras de nomenclatura para itens .....	50
Figura 22 - Relacionando regras de nomenclatura aos itens .....	51
Figura 23 - Definindo <i>MIME TYPE</i> para <i>Dataset</i> .....	51
Figura 24 - Definindo regras para cópia de revisões.....	52
Figura 25 – Folha de estilo criada para um formulário .....	53
Figura 26 - Criação de variáveis.....	54
Figura 27 - Visual do formulário após a criação da folha de estilo .....	54
Figura 28 - Mapeando propriedade entre <i>Teamcenter</i> e <i>Solid Edge</i> .....	55
Figura 29 - Formatos importados para detalhamento .....	56
Figura 30 - Mapeando propriedades no <i>Solid Edge</i> .....	56
Figura 31 - Mapeando propriedades para o formato .....	57
Figura 32 - Grupos e Classes para classificação .....	58



Figura 33 - Criação de propriedades para classificação .....	58
Figura 34 - Criação de lista de valores.....	59
Figura 35 - Vinculando grupos às propriedades.....	59
Figura 36 – Criação de fluxo de trabalho .....	60
Figura 37 - Utilização de <i>Handlers</i> .....	61
Figura 38 - Caminho realizado na integração com o SAP.....	62
Figura 39 - Fluxo de trabalho com integração.....	62
Figura 40 – Liberação de acesso .....	63
Figura 41 - Tela inicial do <i>Teamcenter</i> .....	64
Figura 42 - Ambiente do <i>Teamcenter</i> .....	65
Figura 43 - Regras de nomenclatura.....	66
Figura 44 - Repositórios dos itens.....	67
Figura 45 - Congelamento de revisões dos itens .....	68
Figura 46 - Referenciamento de itens .....	69
Figura 47 - Análise de impacto.....	69
Figura 48 - Tela de <i>Login</i> do <i>Solid Edge</i> .....	70
Figura 49 - Tela de Integração <i>Solid Edge</i> e <i>Teamcenter</i> .....	71
Figura 50 - Salvando um novo item.....	71
Figura 51 - Propriedades mapeadas no <i>Teamcenter</i> .....	72
Figura 52 - Formato recebendo informações do <i>Teamcenter</i> .....	73
Figura 53 – Visualizando aprovador do desenho detalhado .....	74
Figura 54 - Visualizando estruturas no <i>Teamcenter</i> .....	74
Figura 55 - Enviando item para a biblioteca .....	75
Figura 56 - Classificando a peça .....	75
Figura 57 - Relação de peças classificadas .....	76
Figura 58 - Enviando objeto ao fluxo de trabalho .....	77
Figura 59 - Estrutura da atividade recebida pelo fluxo de trabalho .....	78
Figura 60 - Fluxo de trabalho em andamento.....	78
Figura 61 - Iniciando integração de material entre <i>Teamcenter</i> e SAP .....	79
Figura 62 – Material criado através da integração .....	79
Figura 63 – Modelo antigo: Gerenciamento de arquivos por processo .....	81
Figura 64 - Modelo atual: Organização dos arquivos por item .....	82
Figura 65 - Modelo novo: Gerenciamento de revisões.....	83
Figura 66 - Modelo novo: Identificando relacionamento com outros itens.....	84

Figura 67 - Modelo antigo: Busca por peças .....	85
Figura 68 - Modelo novo: Busca de peças por relatórios .....	86
Figura 69 - Modelo novo: Busca de peças pela biblioteca de classificação .....	86
Figura 70 - Modelo novo: Busca por peças usando bibliotecas .....	87
Figura 71 - Modelo antigo: Gerenciamento de estrutura no SAP .....	88
Figura 72 - Modelo novo: Regras de revisão.....	89
Figura 73 - Modelo antigo: Integração com o SAP.....	90
Figura 74 - Modelo novo: Preparando material para a integração com o SAP.....	90
Figura 75 – Modelo novo: Integrando material com o SAP .....	91
Figura 76 - Modelo antigo: Consultando atividade no <i>PowerBI</i> .....	92
Figura 77 - Modelo antigo: Visualizando atividades no SAP .....	92
Figura 78 - Modelo antigo: Salvando documentos de projetos .....	93
Figura 79 – Modelo novo: Acessando caixa de tarefas do <i>Teamcenter</i> .....	93
Figura 80 – Modelo novo: Visualizando atividade no <i>Teamcenter</i> .....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de itens de desenho .....	47
Quadro 2 - Relação de itens de projeto.....	48
Quadro 3 - Relação de itens de documento .....	48
Quadro 4 – Modelo antigo: Gerenciamento de revisões .....	83

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Tomada de tempos na pesquisa por arquivos .....	95
Tabela 2 - – Resultado da redução no tempo de pesquisa .....	95
Tabela 3 - Tomada de tempos na realização de tarefas .....	96
Tabela 4 - Resultado da redução no tempo na execução de tarefas .....	96
Tabela 5 - Tomada de tempos para cadastro de materiais no SAP .....	97
Tabela 6 – Resultado da redução com o cadastro de materiais.....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

PDP – Processo Desenvolvimento de Produtos

APQP - Planejamento Avançado da Qualidade do Produto

ERP - Sistema Integrado de Gestão

PDM – *Product Data Management*

PLM – *Product Lifecycle Management*

SAP - *Systems, Analysis, and Products in data Processing*

XML - *Extensible Markup Language*

BMIDE - *Bussiness Modeler Integrated Development Environment*

TCL - *Tool Command Language*

TI - Tecnologia da Informação

TFC – Trabalho Final de Curso

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 TEMA .....	16
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	16
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	16
1.4 HIPÓTESES.....	17
1.5 JUSTIFICATIVA .....	18
1.6 OBJETIVOS .....	19
<b>1.6.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>19</b>
<b>1.6.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS .....	20
<b>2.1.1 Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP)</b> .....	<b>21</b>
2.2 CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS .....	23
2.3 SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO.....	24
2.4 <i>SYSTEM, ANALYSIS AND PRODUCTS IN DATA PROCESSING (SAP)</i> .....	24
2.5 <i>PRODUCT DATA MANAGEMENT (PDM)</i> .....	24
2.6 GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS .....	25
2.7 LINGUAGEM DE MARCAÇÃO .....	26
2.8 <i>BUSSINESS MODELER INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT (BMIDE)</i> .....	27
2.9 <i>TEAMCENTER</i> .....	28
<b>2.9.1 Fluxos de Trabalho</b> .....	<b>28</b>
<b>2.9.2 Folhas de estilo</b> .....	<b>30</b>
<b>2.9.3 Variáveis de ambiente</b> .....	<b>31</b>
<b>2.9.4 Organização</b> .....	<b>33</b>
<b>2.9.5 Bibliotecas de classificação</b> .....	<b>34</b>
<b>2.9.6 Gateway</b> .....	<b>35</b>
2.10 <i>SOLID EDGE</i> .....	35
2.11 <i>TOOL COMMAND LANGUAGE (TCL)</i> .....	35
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	37
<b>3.1.1 Método de pesquisa adotado</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.2 Quanto à abordagem</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.3 Quanto aos Objetivos</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1.4 Coleta de dados</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1.5 Etapas da pesquisa-ação</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1.6 Etapas de implementação</b> .....	<b>40</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	42
4.2 ALINHAMENTO DE EXPECTATIVAS.....	42
<b>4.2.1 Estado Atual</b> .....	<b>42</b>
<b>4.2.2 Estado Futuro</b> .....	<b>44</b>
4.3 QUALIFICAÇÃO DOS <i>KEY-USERS</i> .....	46
4.4 CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA.....	46
<b>4.4.1 CRIAÇÃO DO AMBIENTE</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4.2 Folhas de Estilo</b> .....	<b>53</b>
<b>4.4.3 Integração com o <i>SOLID EDGE</i></b> .....	<b>55</b>
<b>4.4.4 Criação de Bibliotecas</b> .....	<b>57</b>

<b>4.4.5 Fluxos de trabalho.....</b>	<b>60</b>
<b>4.4.6 Integração com o SAP .....</b>	<b>61</b>
<b>4.4.7 Organização.....</b>	<b>63</b>
<b>4.4.8 Controle de Acesso.....</b>	<b>63</b>
<b>4.5 O AMBIENTE .....</b>	<b>63</b>
<b>4.5.1 Estrutura dos itens.....</b>	<b>65</b>
<b>4.5.2 Gerenciamento do Ciclo de Vida .....</b>	<b>68</b>
<b>4.5.3 Integração <i>Solid Edge</i> e <i>Teamcenter</i>.....</b>	<b>70</b>
<b>4.5.4 Classificação .....</b>	<b>75</b>
<b>4.5.5 Fluxos de trabalho.....</b>	<b>76</b>
<b>4.5.6 Integração com o SAP .....</b>	<b>79</b>
<b>4.6 TREINAMENTOS.....</b>	<b>80</b>
<b>4.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
<b>4.7.1 Resultados Qualitativos.....</b>	<b>80</b>
<b>4.7.2 Resultados Quantitativos .....</b>	<b>94</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE A – SCRIPT DE INTEGRAÇÃO COM O SAP.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE B – FOLHA DE ESTILO DO ITEM .....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE C – MAPEAMENTO DE ATRIBUTOS.....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE D – COMPARAÇÃO DE ESTRUTURAS .....</b>	<b>108</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso no desenvolvimento de novos produtos é essencial para a competitividade e sobrevivência de qualquer empresa. A vantagem competitiva de uma empresa, está diretamente ligada à sua capacidade de introduzir no mercado novos produtos e serviços, sempre buscando novas tecnologias, robustez na qualidade, melhor desempenho e custo baixo.

É notória a importância da atividade de desenvolvimento de produtos no mundo dos negócios. Ela determina cerca de 70% a 90% do custo final dos produtos e de outros desempenhos relacionados à qualidade, à diversificação e ao tempo de introdução no mercado. Além disso, traduz objetivos, intenções e ideias em algo concreto, o produto ou as soluções pelos quais os consumidores pagarão para satisfazer suas necessidades. Portanto, o desenvolvimento de produto é um dos mais importantes processos responsáveis pela agregação de valor aos negócios (TAKAHASHI; TAKAHASHI, 2007).

O Processo Desenvolvimento de Produtos (PDP), pode ser definido como um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. Ainda, o desenvolvimento de produto envolve o acompanhamento do mesmo após o lançamento, bem como o planejamento da descontinuidade no mercado, incorporando estes conceitos na especificação do projeto atendendo assim, todas as necessidades ao longo do seu ciclo de vida (ROZENFELD et al., 2006).

Existem diversas metodologias para desenvolvimento de novos produtos na qual através de métodos estabelecidos garantem o atendimento do nível de qualidade no prazo estipulado pelos clientes e projetos. A empresa objeto de estudo deste trabalho utiliza a metodologia do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), desenvolvido nos anos 80 por especialistas das indústrias automobilísticas: *Ford, General Motors e Chrysler*.

Atualmente a exigência com o atendimento de prazo é cada vez mais alta durante a fase de desenvolvimento de novos produtos. É necessário desenvolver produtos cada vez mais complexos, com um nível de qualidade altíssimo, no menor tempo possível. Neste cenário, as empresas buscam aliar o desenvolvimento de



novos produtos com uma gestão da inovação eficiente, que engloba um conjunto de ferramentas e estratégias envolvendo diversas pessoas da empresa.

Para muitas empresas o senso de urgência e preocupação está voltado à venda, controle da produção, contabilização dos custos e resultado, buscando implementar o melhor Sistema Integrado de Gestão (ERP) do mercado. O problema é que normalmente estes sistemas possuem uma série de limitações para quem desenvolve novos produtos, porque não foram criados pensando na fase de planejamento da engenharia, e sim, mais voltados para a gestão dos produtos após o início de produção.

Neste contexto o estudo teve como objetivo implementar uma ferramenta de Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto (PLM) chamada *Teamcenter*, numa empresa de grande porte, tornando os processos mais rápidos e eficientes.

## 1.1 TEMA

O foco principal deste trabalho foi a implementação de uma ferramenta de PLM, voltada para as áreas de projetos e desenho.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa do setor metalmeccânico, localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, especializada em processos de manufatura de alta complexidade. O estudo se delimitou aos setores de engenharia e ferramentaria, afetando diretamente as áreas responsáveis por projetar e detalhar peças, e indiretamente todas as equipes responsáveis por desenvolver e alterar produtos, através da implementação de uma ferramenta de PLM chamada *Teamcenter*.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A competitividade de uma indústria está diretamente relacionada a sua capacidade de introduzir novos produtos ao seu portfólio. O tempo de desenvolvimento é um dos fatores mais importantes para que a empresa seja competitiva, e tenha capacidade de atender às exigências do mercado, possibilitando que novos negócios sejam fechados.

O alto tempo de desenvolvimento está diretamente ligado aos processos, ferramentas e metodologias utilizados pelas áreas de engenharia da empresa estudada. Uma análise mais detalhada permitiu identificar que as ferramentas atuais não suportam a metodologia de trabalho, exigindo um esforço excessivo para a realização de atividades consideradas simples, causando retrabalhos resultando em improdutividade.

O ambiente onde a engenharia está inserida requer que constantemente problemas sejam analisados e soluções sejam dadas com muita agilidade. Atividades que não agregam valor no processo, acabam desperdiçando muito tempo dos usuários, que deixam de planejar, para fazer atividades burocráticas que não geram resultado para a empresa. As ferramentas utilizadas pela engenharia, não trabalham de forma integrada, gerando uma certa desorganização das informações, obrigando os usuários a reunir todos os dados, provenientes de locais diferentes, antes de poder executar as suas atividades, perdendo desempenho e conseqüentemente aumentando o tempo de desenvolvimento.

Ao analisar os indicadores da área comercial da empresa, notou-se que em média 15% dos negócios são perdidos pelo tempo elevado de desenvolvimento de novos produtos, isso significaria 8% de incremento no faturamento anual da empresa. Com base no exposto, o problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: A implementação de uma ferramenta de PLM é a ação necessária para simplificar os processos de engenharia e reduzir o tempo de desenvolvimento de novos produtos?

#### 1.4 HIPÓTESES

Segundo Gil (2017) as hipóteses consistem em possíveis soluções para o problema, podendo ser verdadeiras ou falsas, e que devem ser submetidas a teste ao longo do estudo. Com base na problemática apresentada, foram elencadas as seguintes hipóteses:

- a) A organização das informações possibilita que o tempo utilizado na localização dos arquivos, seja revertido em tempo para a realização de análises para tornar o projeto de produto mais robusto;
- b) A ferramenta de PLM é mais aderente às metodologias e processos, facilitando o trabalho da engenharia, aumentando a satisfação das pessoas em relação ao seu trabalho, gerando maior engajamento;

- c) Diminui o tempo de desenvolvimento resultando em ganho de novos negócios, incrementando o faturamento da empresa e aumentando a satisfação dos clientes.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Este estudo torna-se necessário a fim de aumentar a competitividade da empresa frente aos seus concorrentes, através da redução do tempo de desenvolvimento de novos produtos, contribuindo para que novos itens sejam incorporados ao portfólio de produtos com maior agilidade, atendendo as exigências do mercado.

Mediante este cenário, é necessário que as ferramentas utilizadas pela engenharia estejam de acordo com as metodologias de desenvolvimento, e que promovam uma mudança a partir da tecnologia, sendo capaz de aprimorar os processos existentes. Deste modo, permitindo que os processos sejam mais eficientes, contribuindo para que a empresa possa fechar mais negócios, e conseqüentemente incrementar o faturamento.

Ao tornar os processos mais eficientes os usuários da engenharia terão maior disponibilidade para realizarem tarefas que agregam valor ao produto e processo, aumentando o nível de qualidade, sendo outro diferencial competitivo alcançado indiretamente pela implementação da ferramenta. Por outro lado, o tempo perdido com indefinições, retrabalhos e busca de informações será realocado para desenvolver novos produtos, buscar melhorias, promover redução de custos e conseqüentemente, aumentar a lucratividade da empresa.

Tendo em vista os dados mencionados, encontrar uma solução para o problema torna-se uma prioridade para a organização. Assim, buscou-se tecnologias que trabalhem com a mesma metodologia da empresa estudada, onde os processos tenham aderência e possam ser realizados de forma eficiente. Dentro das opções analisadas, foi optado em escolher o PLM da *Siemens Product Lifecycle Management inc*, pois a empresa estudada já tinha boa parte dos *softwares* do mesmo fornecedor. Devido a extensão do nome do fornecedor, no decorrer deste estudo, será referenciado apenas por *Siemens*.

A implementação da ferramenta possibilitará uma evolução nos processos de desenvolvimento de produtos, sendo um diferencial competitivo em relação aos seus concorrentes. Ao implementar o PLM a empresa iniciará o movimento tecnológico

necessário para a expansão da indústria 4.0, seguindo as tendências do mercado mundial. Ainda passará a entregar produtos novos mais rápidos à produção, atendendo o nível de entrega exigido pelos clientes.

## 1.6 OBJETIVOS

Para nortear o estudo de acordo com o que exposto, foram elaborados o objetivo geral e específicos.

### 1.6.1 Objetivo Geral

Implementar uma ferramenta de PLM nos setores de engenharia e ferramentaria de uma empresa de grande porte, buscando tornar os processos mais eficientes.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

A fim de alcançar o objetivo geral proposto, foram identificados os seguintes objetivos específicos:

- a) Mapear o estado atual e definir o estado futuro dos processos;
- b) Configurar o *Teamcenter* de acordo com os processos mapeados;
- c) Realizar simulações dos processos utilizando o *Teamcenter*;
- d) Treinar os envolvidos;
- e) Liberar e acompanhar o uso da ferramenta.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

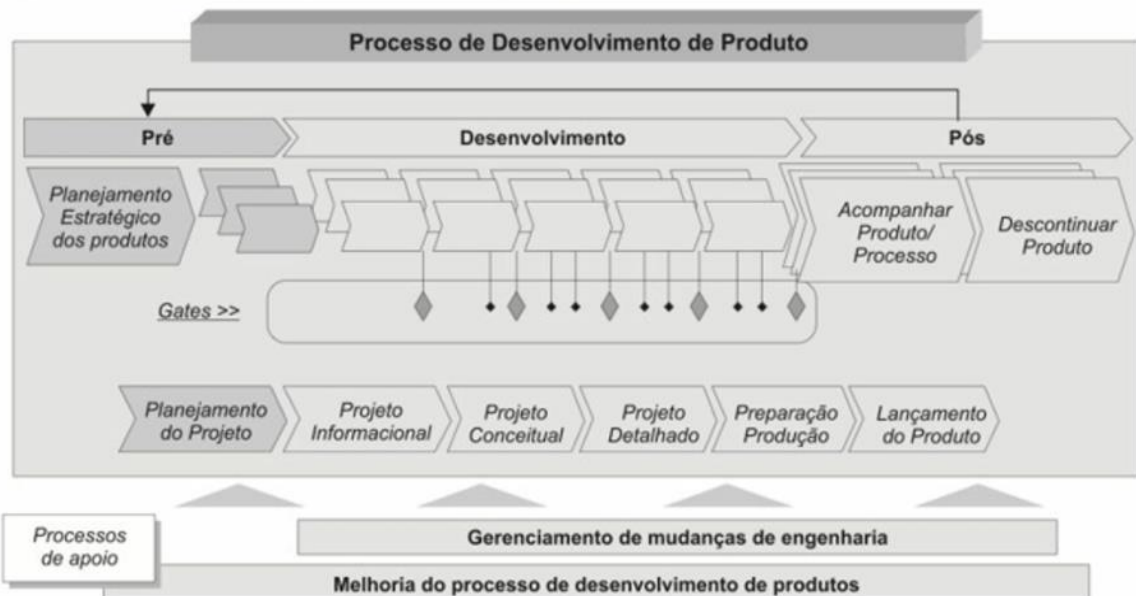
Neste capítulo são apresentados os principais temas que foram utilizados para o embasamento teórico deste estudo, objetivando-se a implementação de uma ferramenta de PLM.

### 2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

De acordo com Pessôa e Trabasso (2017), o processo de desenvolvimento do produto são as atividades que iniciam no papel do *marketing*, através da percepção das oportunidades de novos negócios, alinhado com a estratégia da empresa e de sua capacidade técnica, culminando na produção, venda e distribuição de um novo produto, mantendo a empresa competitiva no mercado.

Segundo Ulrich e Eppinger (1995), o processo de desenvolvimento contém as fases que um produto precisa passar até sua introdução no mercado. Sua função é coordenar, planejar, gerenciar e gerar melhorias a fim de garantir a qualidade do produto. A Figura 1 apresenta as fases e etapas do desenvolvimento do produto.

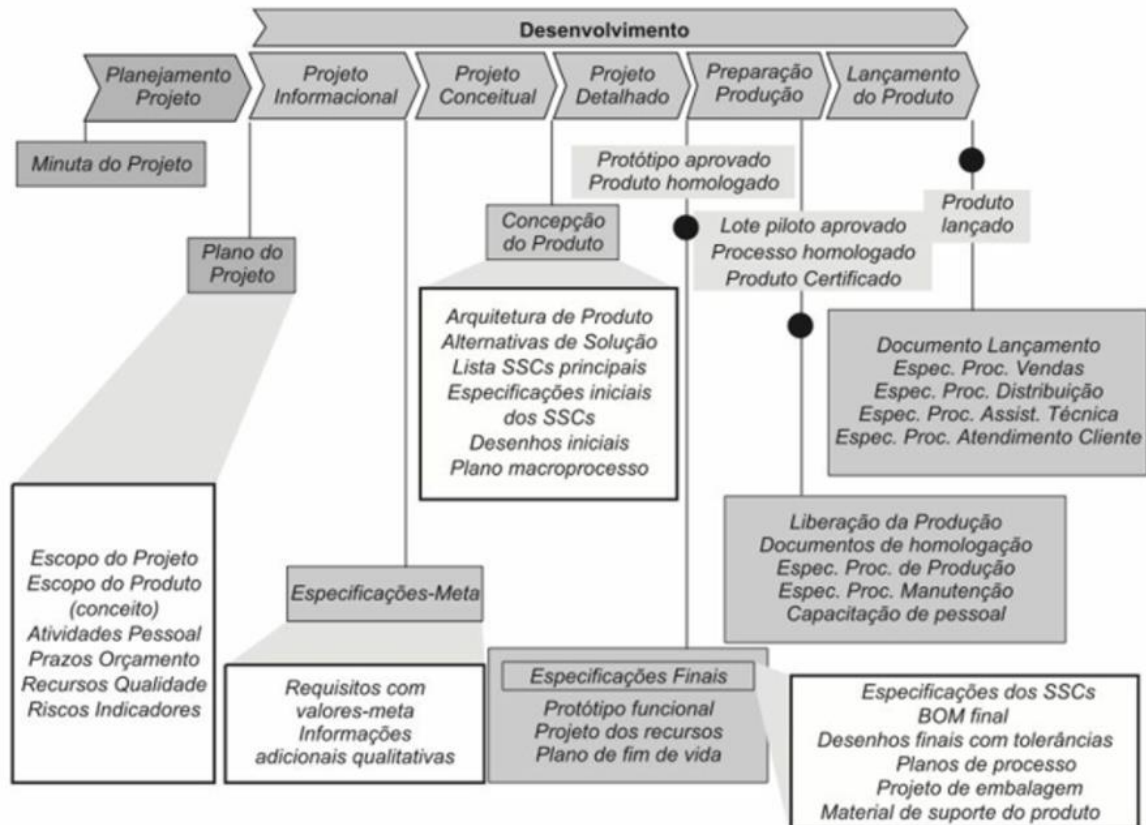
Figura 1 - Fases e etapas do desenvolvimento do produto



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

A Figura 2 apresenta as principais saídas ao final de cada fase do desenvolvimento, em complemento à Figura 1 (ROZENFELD et al., 2006).

Figura 2 – Principais resultados das fases



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

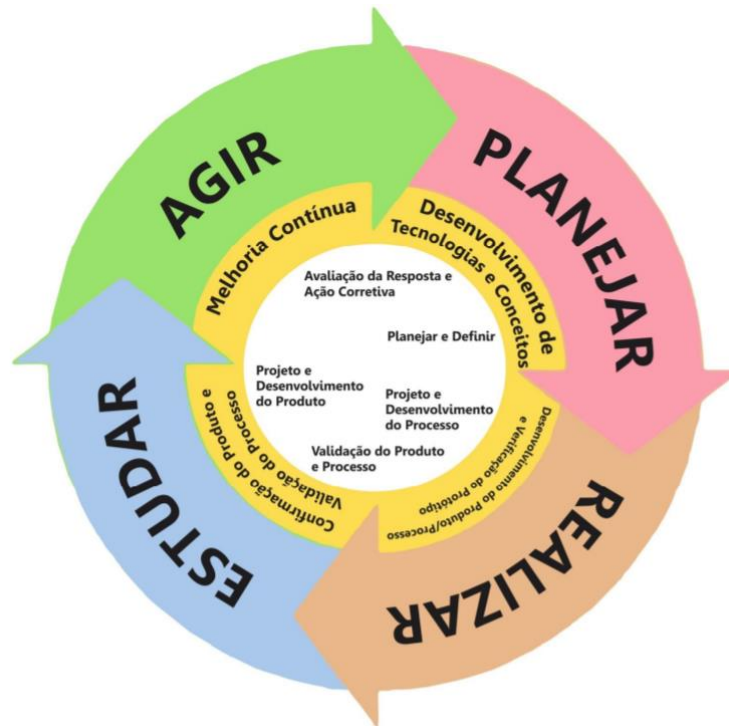
No próximo tópico é apresentada a metodologia de desenvolvimento utilizada pela empresa estudada.

### 2.1.1 Planejamento Avançado da Qualidade do Produto

O APQP é um manual com diretrizes às organizações para o planejamento da qualidade e plano de controle de um produto, desenvolvida pelas empresas *Chrysler Corporation*, *Ford Motor Company* e *General Motors Corporation*. O manual dá suporte para o desenvolvimento de um produto ou serviço que trará satisfação ao cliente (CHRYSLER CORPORATION *et al*, 2018).

O mesmo autor afirma que o manual traz o planejamento da qualidade do produto como um ciclo interminável na busca de melhoria contínua que só pode ser atingido através das lições aprendidas, aplicadas a cada novo projeto de desenvolvimento. A Figura 3 apresenta o ciclo de melhoria apresentada pelo manual do APQP.

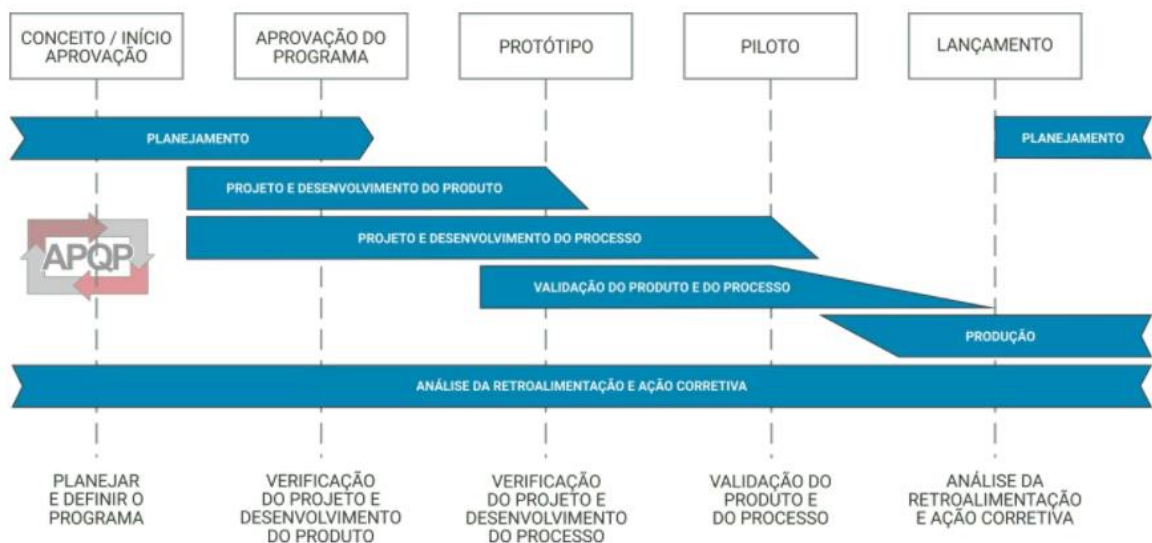
Figura 3 – Ciclo de melhoria contínua



Fonte: Chrysler Corporation et al (2018)

Ainda segundo os mesmos autores o APQP define as etapas necessárias na elaboração de um novo produto, para garantir e satisfazer as expectativas do cliente. A meta principal é facilitar a comunicação entre todas as áreas, garantindo que todos os prazos sejam atingidos. As etapas do mesmo são divididas em cinco fases, sendo que as etapas em cada fase podem ser adaptadas conforme a necessidade de cada empresa, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Cronograma de planejamento da qualidade do produto



Fonte: Chrysler Corporation et al (2018).

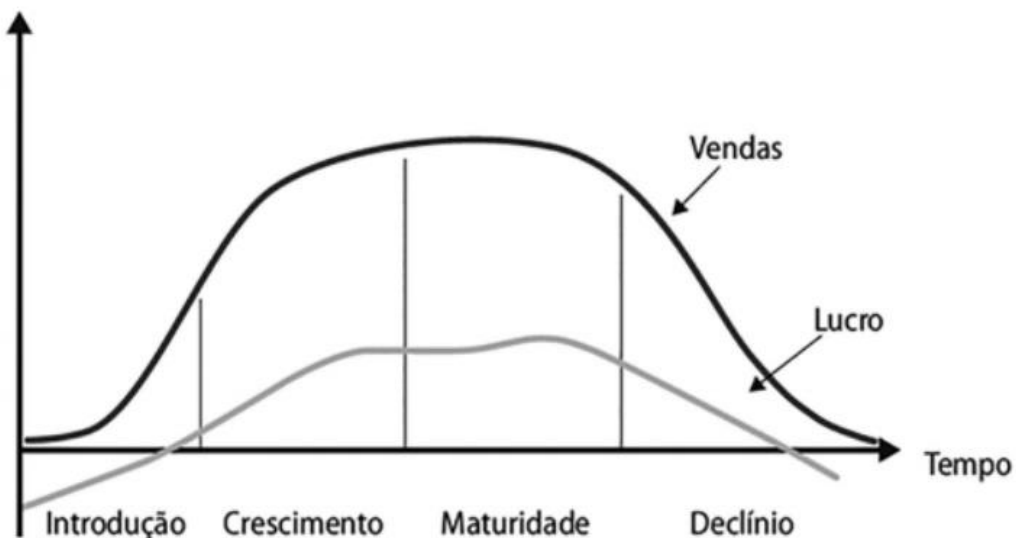
Os autores ainda complementam que alguns dos benefícios do APQP incluem:

- Direcionar o desenvolvimento e a operação para satisfazer a expectativa dos clientes;
- Evitar alterações ou desperdícios através de análises precoce das características do produto;
- Identificar melhoria no início do desenvolvimento para evitar alterações durante a implementação do produto;
- Entregar produto de qualidade com custo baixo.

## 2.2 CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

De acordo com Berganton e Salvini (2015), o ciclo de vida de um produto é um conceito que demonstra a evolução da vida de um produto em quatro fases, exigindo que as empresas adotam estratégias diferentes para cada uma delas. Nem sempre é fácil identificar qual é a fase em que o produto se encontra, devido ao grande número de produtos e tecnologias introduzidas no mercado diariamente, acelerando cada vez mais o ciclo de vida dos produtos. A Figura 5 apresenta as etapas do ciclo de vida de um produto.

Figura 5 – Ciclo de vida de um produto



**Fonte:** Farias et al. (2016)

No próximo tópico é abordado o conceito relacionado ao gerenciamento do ciclo de vida de um produto e as ferramentas que possibilitam fazer este gerenciamento.



### 2.3 SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO

De acordo com Rao (2011), um ERP consiste em um *software* capaz de integrar e coordenar vários processos, abrangendo praticamente todas as áreas do negócio.

Os ERP's são capazes de auxiliar as empresas a gerenciar suas atividades, através de um banco de dados comum, possibilitando que relatórios gerenciais sejam compartilhados. O *software* ERP ainda auxilia na integração das mais diferentes áreas, possibilitando a formação de uma unidade que é o negócio. As empresas ainda utilizam o mesmo para gerenciar seus negócios com clientes e fornecedores (MONK; WAGNER, 2013).

Os *softwares* ERP são capazes de aumentar a produtividade através de sua metodologia, trazendo as melhores práticas para cada processo da empresa, e produzindo informação a partir da entrada de dados no sistema, e fornecendo essa informação facilmente para que as melhores decisões sejam tomadas (GANESH *et al.*, 2014).

### 2.4 SYSTEM, ANALYSIS AND PRODUCTS IN DATA PROCESSING (SAP)

Segundo Moxon (2014) o SAP foi criado na Alemanha nos anos de 1970 com o nome de *System Analysis and Program Development*, e depois teve o nome alterado para *Systems, Analysis, and Products in data Processing*. O SAP é um *software* ERP onde cada área do negócio é tratada através de um componente da aplicação, chamado módulo. Embora os módulos possam trabalhar integrados, é possível adquiri-los individualmente, conforme a necessidade de cada empresa.

O SAP é uma aplicação capaz de suportar carga e análises de dados em tempo real. Seu ERP ajuda a empresas a tornarem seus processos mais ágeis permitindo que decisões sejam tomadas rapidamente, através da análise de informação que são disponibilizadas ao usuário em questão de segundos (MANKALA; GANESH, 2013).

### 2.5 PRODUCT DATA MANAGEMENT (PDM)

O PDM é um sistema, baseado em diferentes normas e métodos, utilizado para armazenar os dados relacionados aos produtos durante todo o seu ciclo de vida. Essa característica possibilita a colaboração entre os participantes da engenharia, pois centraliza todos os dados em uma única plataforma, facilitando o reuso destas informações (CRNKOVIC; ASKLUND; DAHLQVIST, 2003).

De acordo com Kaariainen *et al.* (2000), a função do PDM pode variar dependendo da necessidade da empresa, porém, é possível executar as seguintes ações:

- Gerenciamento de documentos;
- Fluxos de trabalho;
- Gerenciamento da estrutura de produtos;
- Classificação de peças;
- Gerenciamento de projetos;
- Comunicação e notificações;
- Transporte de dados;
- Entre outros.

O conceito de PDM é comumente associado ao PLM, embora os dois tenham propósitos diferentes. O primeiro baseia-se principalmente em gerenciar os dados do produto e processo de maneira eficiente, enquanto o segundo baseia-se em controlar todo o ciclo de vida do produto, através de uma gama de diferentes ferramentas e métodos que se complementam (SAAKSVUORI; IMMONEN, 2008).

## 2.6 GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS

De acordo com Zancul (2009) o PLM é uma abordagem onde todas as informações relacionadas a um produto são armazenadas através da gestão integrada dos processos da empresa. Esta abordagem necessita de *softwares* que possibilitem a colaboração entre todas as áreas envolvidas ao longo do ciclo de vida.

O PLM possibilita que produtos sejam gerenciados durante toda a sua vida, armazenando toda a documentação, transformando requisitos em produtos que atendam o nível de qualidade e entrega exigidos pelos clientes. Ele é focado no produto, ajudando empresas a eliminar riscos, reduzir tempo de desenvolvimento, e provendo suporte para os produtos já existentes, possibilitando que a empresa aumente a receita e reduza custos de manutenção (STARK, 2011).

Os benefícios desta abordagem não estão relacionados apenas na redução de custos, mas sim em incrementar o faturamento da empresa através da implementação de novas tecnologias e ferramentas, que permitem fazer mudanças nos produtos e processos, permitindo total controle sobre o ciclo de vida dos produtos. O retorno do

investimento está em ganhar mais mercado, e aumentar o lucro, através da simplificação dos processos, que permitem fornecer rapidamente produtos inovadores ao mercado, através do conhecimento dos seus produtos, ganhando em competitividade sobre os seus concorrentes (SAAKSVUORI; IMMONEN, 2008).

## 2.7 LINGUAGEM DE MARCAÇÃO

Segundo Date (2004) o nome XML significa *Extensible Markup Language*, que consiste num arquivo que possui um conjunto de caracteres, que tem a função de descrever os dados contidos nele. Os documentos XML têm a finalidade de serem lidos e compreendidos por seres humanos e máquinas, facilitando o seu processamento pelos programas que o utilizam, conforme Figura 6.

Figura 6 – Exemplo de um arquivo XML

```
<SUPPLIER-TABLE>
  <SUPPLIER-TUPLE>
    <ID>123</ID>
    <NAME>Acme</NAME>
    <ADDRESS>3 Canyon Drive, Hell, MI 48169</ADDRESS>
  </SUPPLIER-TUPLE>
  <SUPPLIER-TUPLE>
    <ID>248</ID>
    <NAME>Perfection</NAME>
    <ADDRESS>5 Cloudy Way, Paradise, MI 49768</ADDRESS>
  </SUPPLIER-TUPLE>
  <SUPPLIER-TUPLE>
    <ID>345</ID>
    <NAME>Foobar</NAME>
    <ADDRESS>88 Forever Loop, Purgatory, MI 49042</ADDRESS>
  </SUPPLIER-TUPLE>
  <SUPPLIER-TUPLE>
    <ID>689</ID>
    <ADDRESS>55 Nowhere Road, Lost River, MN 56756</ADDRESS>
  </SUPPLIER-TUPLE>
</SUPPLIER-TABLE>
```

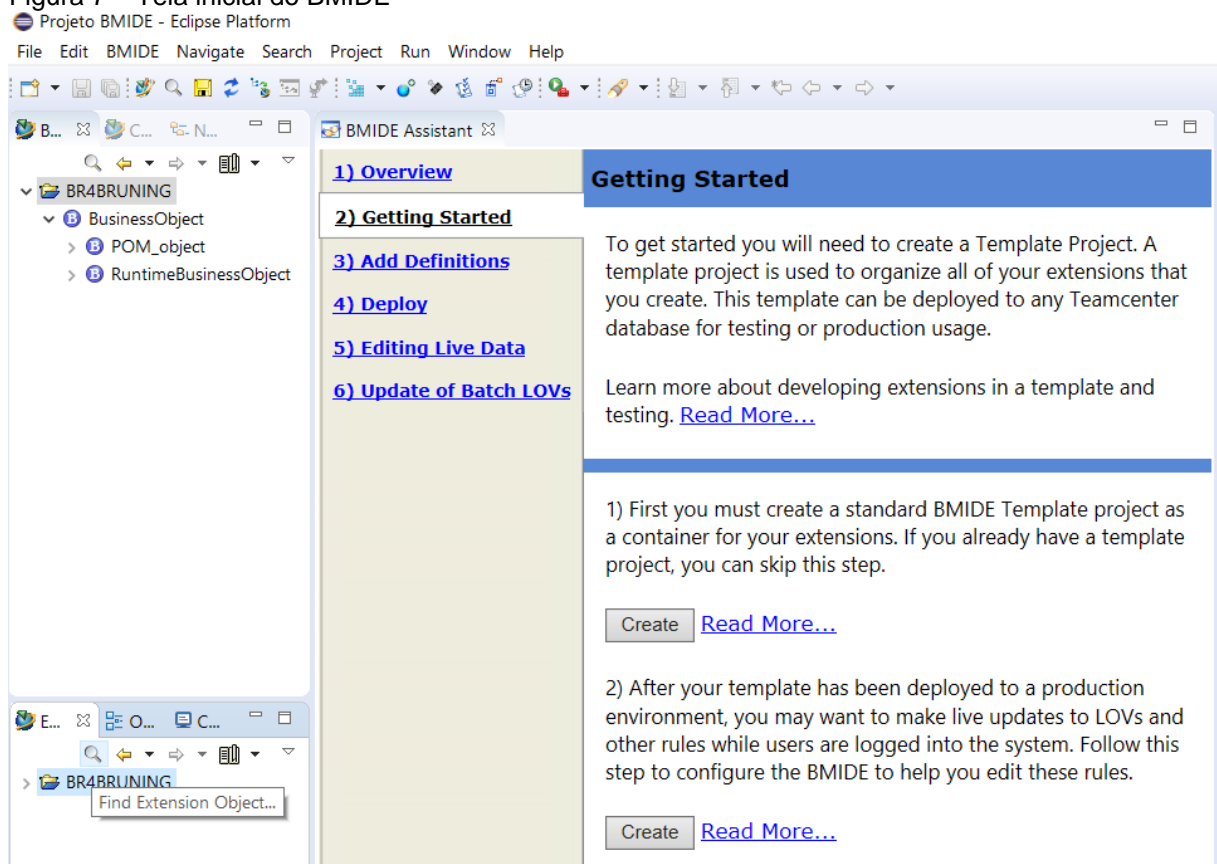
Fonte: Adaptado de Lightstone (2013)

De acordo com Teorey, Lightstone, Nadeau e Jagadish (2014), XML é uma linguagem de marcação, de modo que é possível indicar num documento, cabeçalhos ou áreas do texto, através de um conjunto de palavras e símbolos com significados associados. A linguagem foi projetada visando a extensibilidade, com a expectativa de que grupos de usuários pudessem compartilhar suas informações em um único documento, formando um banco de dados.

## 2.8 BUSSINESS MODELER INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT (BMIDE)

Segundo *Siemens* (2019a) o BMIDE é uma ferramenta para configurar os modelos de dados de instalação do *Teamcenter*, definindo os objetos, regras e tipos de dados utilizados. Através do BMIDE é possível criar elementos de dados adicionais aos previamente estabelecidos pelo *software*, sendo possível customizar praticamente todo o ambiente. A Figura 7 ilustra a tela inicial do *software*.

Figura 7 – Tela inicial do BMIDE



Fonte: Autor (2021)

Uma das principais funções do BMIDE é a utilização dos objetos para diferenciar diferentes tipos de peças, documentos e processos. Isso possibilita que a empresa organize todos os seus objetos de maneira categorizada e robusta (SIEMENS, 2019a).

O mesmo autor ainda afirma que para gerenciar os arquivos, o *Teamcenter* utiliza *Dataset's* que são objetos utilizados para gerenciar os arquivos utilizados por *softwares* de outros fabricantes, sendo possível executar ações como criar, alterar e excluir estes arquivos através do *Teamcenter*. O *Teamcenter* traz diversos *Dataset's*

pré-definidos, porém, com a ajuda do BMIDE é possível customizar novos, caso haja necessidade.

O autor também afirma que todas as configurações realizadas são salvas em um arquivo XML e depois enviadas para o servidor do *Teamcenter*, sendo este processo conhecido como *live update*.

## 2.9 TEAMCENTER

De acordo com a *Siemens* (2019b) o *Teamcenter* é o ambiente utilizado para armazenar todas as informações relacionadas ao produto, com a função de centralizar estas informações e enviar para as demais aplicações do PLM. O *Teamcenter* possui duas plataformas que trabalham integradas, e podem ser acessadas de acordo com a preferência do usuário, uma instalada localmente no *hardware* e outra *web*.

Ainda de acordo com o mesmo autor, é possível, mesmo que sejam compartilhadas informações relacionadas ao produto, ter um ambiente totalmente único de acordo com as preferências de cada usuário. O ambiente consiste em menus, painéis de navegação, painéis de visualização compatíveis com as mais diferentes extensões de arquivos.

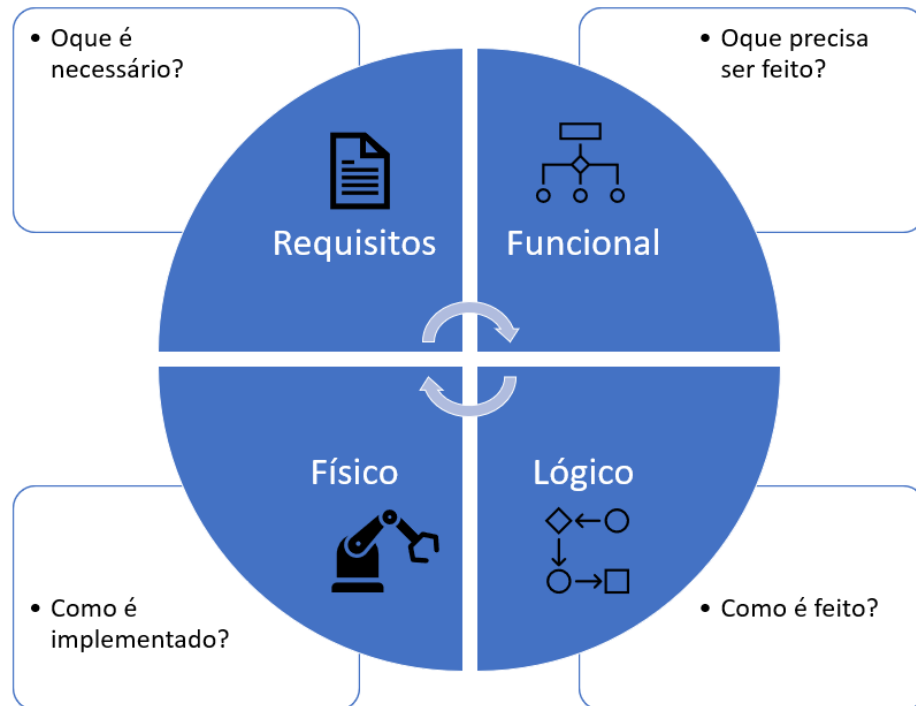
A *Siemens* (2019c) destaca que ao utilizar o *Teamcenter* é possível realizar as seguintes ações:

- Criar pastas e referenciar objetos;
- Realizar e rastrear atividades;
- Enviar e receber *E-mail*;
- Abrir objetos, chamando a aplicação do *Teamcenter* relacionada a extensão do arquivo;
- Pesquisar objetos;
- Criar e gerenciar itens, revisões e demais arquivos.

### 2.9.1 Fluxos de Trabalho

Segundo a *Siemens* (2013) o fluxo de trabalho é uma ferramenta de automação de processos, em que uma atividade é passada de um usuário para outro, carregando documentos e informações, sendo executado respeitando regras e procedimentos, permitindo gerenciar os dados relacionados aos produtos em diferentes aplicações, seguindo o conceito da Figura 8.

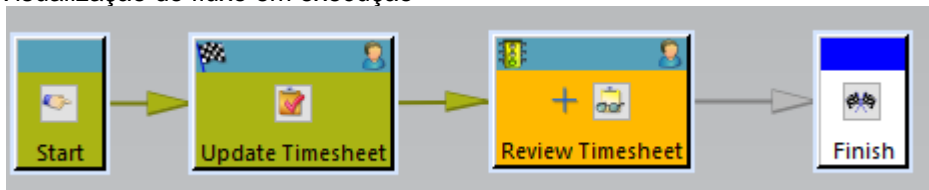
Figura 8 - Conceito do fluxo de trabalho



Fonte: Reproduzido de *Siemens* (2013)

A *Siemens* (2013) informa que a criação é feita em forma de fluxos, havendo a possibilidade de visualizá-los durante sua execução, por qualquer usuário com acesso à leitura, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Visualização do fluxo em execução



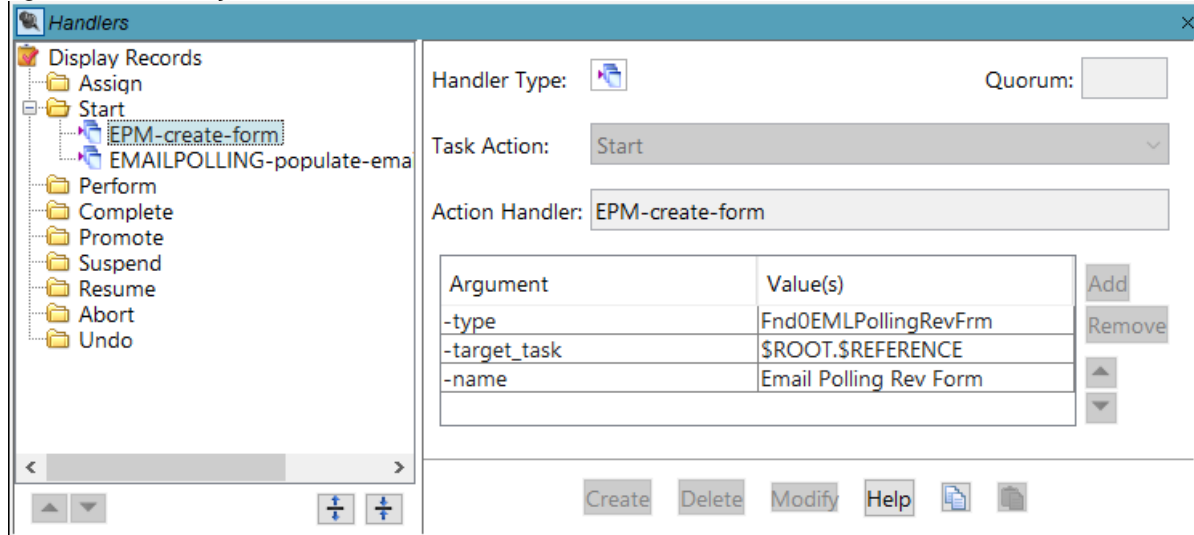
Fonte: *Siemens* (2013)

Ainda segundo o mesmo autor, funções chamadas de *handlers* são utilizados para executar automações nos fluxos, sendo possível determinar o momento em que estes são executados, conforme a Figura 10. Os *handler*, podem ser classificados em dois tipos:

- *Handlers* de ação: são utilizados para executar ações determinadas, conforme a necessidade de cada fluxo, como por exemplo criar e exibir formulários aos usuários, realizar integrações, entre outros;
- *Handlers* de regras: são utilizados para criar regras para que determinadas ações sejam realizadas, retornando que uma determinada

regra foi atendida, como por exemplo verificar se todos os campos obrigatórios foram preenchidos.

Figura 10 – Utilização de *handler* no fluxo de trabalho



Fonte: Siemens (2013)

A Siemens (2013) ainda complementa que os principais benefícios de automatizar seus processos são:

- Maior eficiência;
- Melhor controle dos fluxos;
- Flexibilidade;
- Melhoria contínua.

### 2.9.2 Folhas de estilo

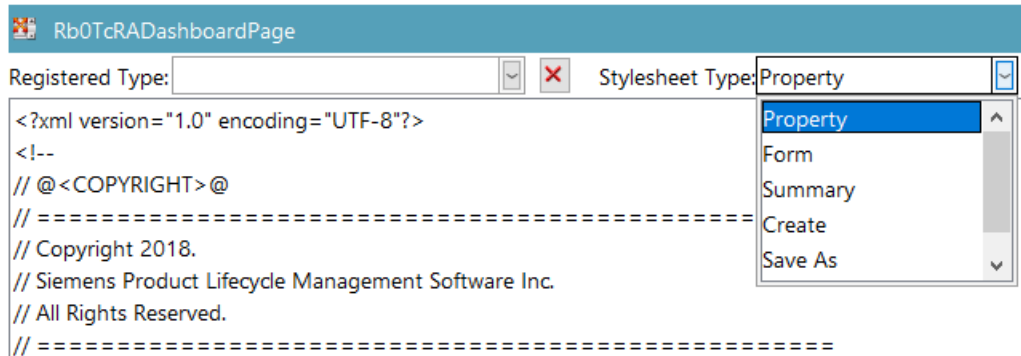
Segundo a Siemens (2019b) folhas de estilo são arquivos XML, onde é possível modificar o *layout* das telas do *Teamcenter* através de códigos, sendo possível customizar praticamente todo o ambiente. Com o auxílio do BMIDE é possível criar páginas totalmente novas sem ser necessário desenvolvimentos complexos, e que podem ser feitas rapidamente. Existem 5 tipos de folhas de estilo de acordo com a Siemens (2019):

- Propriedades: Usadas para definir a página que contém os dados das propriedades dos objetos;
- Formulários: Usada para formulários;
- Sumário: Usada para as páginas com informação dos objetos;
- Criar: Usada na página que é exibida quando um novo objeto é criado;

- Salvar como: Usada na página exibida quando um objeto é salvo.

A Figura 11 demonstra a determinação do tipo da folha de estilo no momento da sua criação, ficando determinado para qual ação a mesma será chamada durante a interação dos usuários.

Figura 11 – Determinação do tipo da folha de estilo



Fonte: Siemens (2019b)

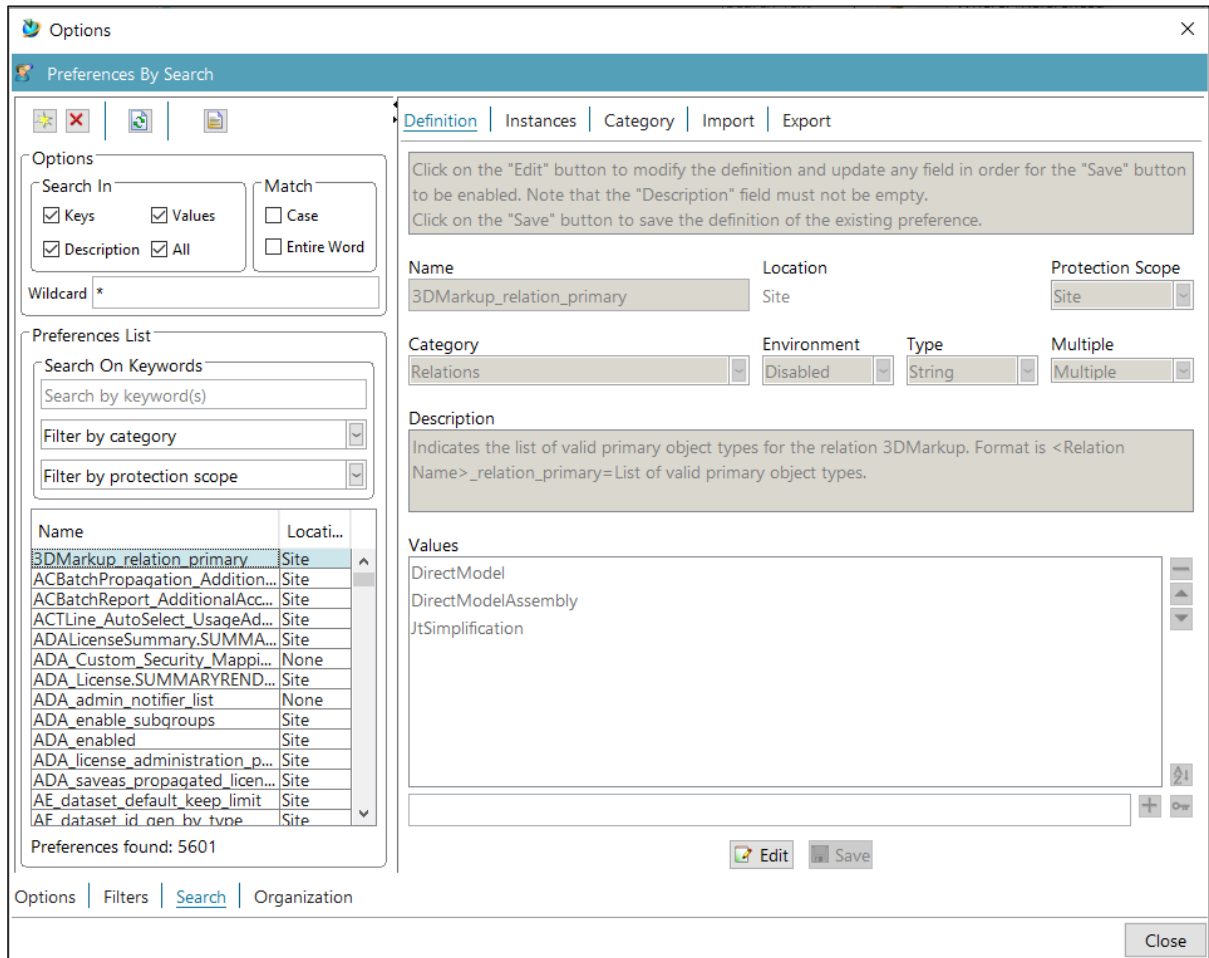
De acordo com o mesmo autor, quando uma nova folha de estilo é criada, o sistema automaticamente cria uma variável de ambiente, vinculando o tipo de objeto com o tipo da folha, armazenando essa configuração no banco de dados.

### 2.9.3 Variáveis de ambiente

Segundo a Siemens (2019c), as variáveis de ambiente são responsáveis por controlar vários aspectos do *Teamcenter*, definindo o seu comportamento durante o uso, podendo ser utilizadas a nível global ou individual, dependendo da necessidade. São disponibilizados milhares destas variáveis para o administrador definir, sendo elas armazenadas no banco de dados do *Teamcenter*. Estas variáveis podem ser editadas pelo próprio *Teamcenter*, conforme a Figura 12.



Figura 12 – Tela de administração das variáveis de ambiente



Fonte: Siemens (2019c)

De acordo com o mesmo autor, uma variável é setada quando todos os campos a seguir estão preenchidos, onde:

- **Name:** Especifica o local onde está preferência será aplicada;
- **Location:** Valor pré-determinado como *site*;
- **Protection scope:** Abrangência da preferência, define se é aplicada para todos os usuários ou apenas local;
- **Category:** Indica a área funcional onde a preferência é utilizada;
- **Environment:** Especifica se o nome da preferência pode ser usado como valor de uma variável de ambiente;
- **Type:** Especifica o tipo de dado do campo valor;
- **Multiple:** Indica se os valores possuem uma única linha, ou várias linhas;
- **Value:** A lista de valores da preferência.

Ao setar essas variáveis, o *Teamcenter* pode ser adaptado facilmente para atender as necessidades do negócio. Toda vez que uma nova seção do sistema é iniciada, essas variáveis são lidas, aplicando as regras determinadas pelo administrador (SIEMENS, 2019c).

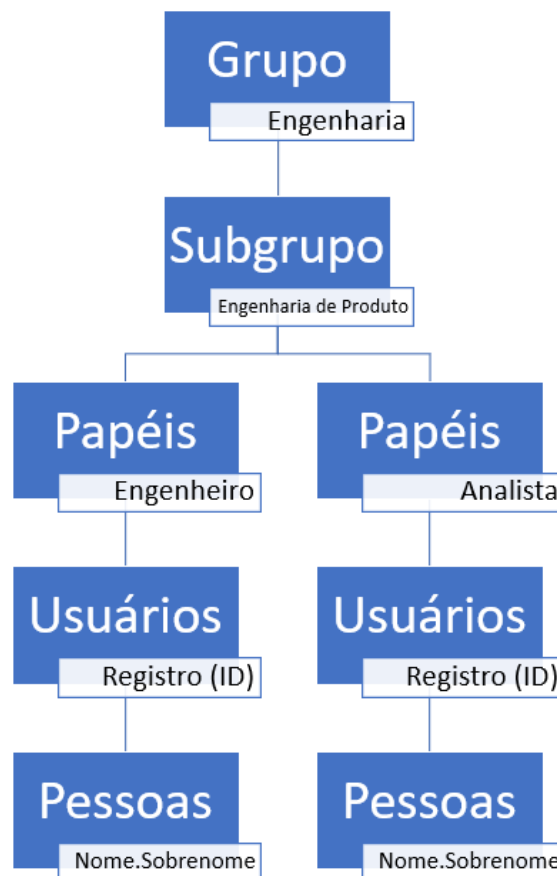
#### 2.9.4 Organização

Segundo a *Siemens* (2020a), esse módulo permite criar a estrutura de grupos de usuários da empresa. A criação destas estruturas permite:

- Rastrear alterações em objetos;
- Controlar acessos;
- Visualizar informações da estrutura organizacional da empresa.

Ainda segundo o mesmo autor, a organização possui grupos, subgrupos, papéis, usuários e pessoas, conforme a Figura 13.

Figura 13 – Estrutura da organização



Fonte: Reproduzido de *Siemens* (2020a)

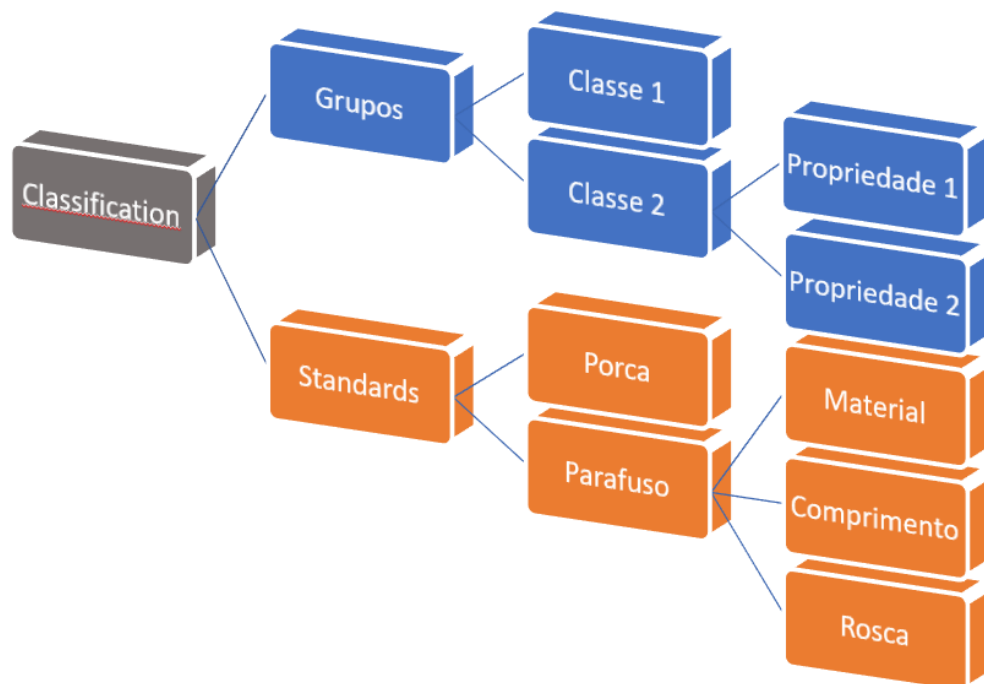
O autor ainda afirma que cada um dos níveis criados possui uma função específica, conforme descrito:

- Os grupos são utilizados para pessoal que compartilham informações;
- Os subgrupos são utilizados para designações diferentes dentro do mesmo grupo;
- Os papéis indicam habilidades ou responsabilidades dos usuários;
- O usuário pode pertencer a mais de um grupo;
- A pessoa contém informações de um determinado usuário, como nome, *e-mail* e número de telefone.

### 2.9.5 Bibliotecas de classificação

A *Siemens* (2019d) informa que a classificação é um processo no qual é possível classificar objetos, informando alguns dados para torná-lo mais fácil de localizar posteriormente. Este processo é utilizado para classificar objetos com características geométricas similares. O sistema funciona em forma de hierarquia, conforme Figura 14.

Figura 14 – Hierarquia de classificação



Fonte: Reproduzido de *Siemens* (2019d)

De acordo com o mesmo autor, é possível reduzir custo, ao eliminar o trabalho de criação de códigos duplicados no *Teamcenter*, além de economizar tempo de busca porque seus itens são mais fáceis de localizar. A biblioteca é utilizada para manter uma estrutura de classificação por hierarquia, baseado em valores de propriedades, sendo possível tornar cada peça única no sistema.

### 2.9.6 Gateway

O *Gateway* é uma ferramenta que tem como principal objetivo fornecer a integração de dados entre o *Teamcenter* e o SAP. Também conhecido como T4S, esta ferramenta disponibiliza uma série de funções para que a sincronização entre as duas ferramentas seja feita (SIEMENS, 2020b).

O mesmo autor afirma que por serem parceiros de negócio com o SAP, a *Siemens* possui *scripts* de integração padrão para praticamente todos os módulos do SAP, na linguagem *Tool Command Language* (TCL). Para a integração, os *scripts* podem manipular o SAP através de tabelas, programas e outros métodos, sendo possível integrar praticamente qualquer informação conforme necessidade do negócio.

### 2.10 SOLID EDGE

De acordo com a *Siemens* (2019e), o *Solid Edge* é um portfólio de ferramentas de *software* utilizadas no processo de desenvolvimento de produto, tornando o processo de desenhar ágil por se tratar de ferramentas de fácil utilização. Através do portfólio é possível criar desenhos 3D, simulações, gestão de projetos e documentos, publicações técnicas, entre outros. Dentre suas vantagens estão:

- Desenho rápido;
- Otimizar e validar projetos através de simulações;
- Produção de alta qualidade de documentos e ilustrações;
- Controle sobre seus dados, reduzindo tempo e dinheiro;
- Compartilhamento via nuvem.

### 2.11 TOOL COMMAND LANGUAGE (TCL)

A sigla TCL significa *tool command language*, e foi criada pelo Dr. John Ousterhout em 1980 na Universidade da Califórnia. Inicialmente esta linguagem foi

desenvolvida para habilitar que usuários pudessem controlar outros programas, servindo inicialmente como uma linguagem para criação de *scripts*, e depois também como uma linguagem de interpretação destes programas, permitindo que eles fossem configurados e personalizados com a linguagem de *script* já conhecida (WALL, 2008).

De acordo com Point (2015), inicialmente a TCL foi desenvolvida para rodar apenas no sistema operacional *Linux*, mas com o passar do tempo acabou sendo migrada para *MAC* e *Windows* também. Dentre os principais benefícios dessa linguagem são:

- Menos tempo de desenvolvimento;
- *Interface* simples e poderosa;
- O mesmo código pode ser executado em qualquer sistema operacional;
- Fácil de aprender;
- Pode ser utilizada em conjunto com as linguagens *C*, *C++*, *Java*, etc;
- Gratuita por ser código aberto.

O mesmo autor ainda complementa, que esta linguagem pode ser encontrada em praticamente todos os locais, mas dentre as principais aplicações estão:

- *Websites* escalonáveis;
- Aplicações *desktop*;
- Aplicações incorporadas.

O TCL permite a interpretação de comandos vindos de arquivos de texto e da janela de comandos padrão da linguagem, possibilitando que um comando seja executado, e rapidamente, retorne valores ou erros ao usuário. Para os desenvolvedores, dependendo do sistema operacional, pode haver algumas mudanças nos locais onde os comandos são executados e como a linguagem é utilizada (WHEELER, 2011).

### 3 METODOLOGIA

Do ponto de vista de Vergara (2016), a metodologia indica o caminho que deve ser seguido de maneira que seja possível gerar informações que possam ser aplicadas para um determinado fim. Neste capítulo são abordados os procedimentos metodológicos que foram utilizados como base para realizar a implementação de uma ferramenta de PLM, utilizando o método de pesquisa-ação.

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Neste tópico são apresentados os métodos e técnicas utilizados pelo pesquisador para o desenvolvimento do presente trabalho.

##### 3.1.1 Método de pesquisa adotado

De acordo com Bernardes, Muniz e Nakano (2019), a pesquisa-ação é vista como um método que propõe a solução de problemas organizacionais complexos, através da parceria entre os pesquisadores acadêmicos e representantes da organização envolvidos no processo estudado. Segundo Gil (2017), a pesquisa-ação busca analisar uma situação específica na busca da solução de um problema, gerando algum tipo de resultado prático no âmbito de grupos, organizações e comunidades.

Desta forma, o autor participou de reuniões com todas as áreas envolvidas, detalhando através de fluxogramas os processos redesenhados no *Teamcenter*, buscando oportunidades de melhorias. Caracteriza-se assim, como um caso específico relacionado aos setores de engenharia, onde optou-se por um estudo que abrangesse as áreas de projetos e desenho, objetivando-se na melhoria dos processos e redução do tempo de desenvolvimento, com foco na satisfação dos clientes.

##### 3.1.2 Quanto à abordagem

Segundo Gil (2017), é possível classificar as pesquisas em quantitativas e qualitativas, enquanto a primeira busca apresentar os resultados através de números a segunda busca apresentar através de descrições. Mas ainda há a possibilidade de empregar os dois métodos em uma única pesquisa, chamado de método misto,

normalmente empregado quando uma única fonte de dados (quantitativa, qualitativa), não for suficiente.

Esta pesquisa teve uma abordagem mista, visto que necessitou empregar o método quantitativo para medir se realmente houve redução no tempo de desenvolvimento medido em dias, e se esta redução acarretou um maior número de negócios fechados. Porém, também foi necessário o emprego do método qualitativo para descrever a experiência e satisfação das pessoas quanto a utilização da nova ferramenta, e quais os benefícios trazidos por ela.

### **3.1.3 Quanto aos Objetivos**

Quanto aos objetivos, segundo Wazlawick (2014), a pesquisa pode ser classificada em:

- Exploratória – É considerada por ser o primeiro estágio de uma pesquisa mais longa, onde o pesquisador pode não ter uma hipótese ou objetivo definido, explorando o assunto a fim de conhecer os problemas que serão a base de sua pesquisa;
- Descritiva – Tenta descrever os fatos através de levantamento de dados, com o objetivo de encontrar algum fenômeno ainda desconhecido;
- Explicativa – É considerada a mais completa, pois além de estudar os dados, busca entender as causas do problema.

Neste trabalho foi utilizado os tipos de pesquisa exploratória, descritiva e explicativa, visto que o pesquisador precisou levantar dados sobre os principais problemas da engenharia, entender os motivos que ocasionaram estes problemas, e em conjunto elaborou um cenário onde o sistema estivesse alinhado com a necessidade da operação.

### **3.1.4 Coleta de dados**

De acordo com Gil (2017) o emprego de diferentes técnicas pode ser adotado para a coleta de dados na pesquisa-ação, normalmente aplicando-se coletiva ou individualmente. Para este tipo de pesquisa o autor considera que coletas de dados mais flexíveis podem ser melhores, pois constantemente há necessidade de reavaliar o objetivo da pesquisa, implicando alterações nos questionários.

De acordo com Sordi (2017), é comum o pesquisador utilizar várias técnicas de coleta de dados no mesmo estudo, a fim de avaliar diferentes perspectivas. Dentre as técnicas mais comuns o autor sugere:

- Questionário – É o método mais simples e eficiente de coletar dados, podendo ser potencializado com recursos tecnológicos, abrangendo o nível de participantes;
- Entrevista – É o ato de abordar os participantes e apresentar questões a ele, anotando as suas respostas;
- Captura de documentos, registros e artefatos – Também conhecida como pesquisa documental, onde o pesquisador pode ter acesso a dados através de relatórios com o auxílio da computação. Pode também coletar dados a partir de documentos e artefatos físicos.

A parte de coleta de dados é parte fundamental para que o pesquisador se aproxime da atividade problema e consiga estruturar o estudo do que está sendo pesquisado. Com o entendimento possibilitado através da literatura, foi possível aplicar formulários de pesquisas para entender quais eram as expectativas dos usuários quanto a nova ferramenta e forma de trabalhar, além de entender onde, segundo as pessoas, estavam os principais problemas a serem resolvidos. Também foram extraídos dados do sistema ERP para embasamento de futuras ações.

### **3.1.5 Etapas da pesquisa-ação**

Segundo Gil (2017), as etapas que constituem uma pesquisa-ação podem ser determinadas de acordo com:

- a) Conhecer a expectativa dos participantes;
- b) Definir o problema;
- c) Identificar os possíveis ganhos;
- d) Levantamento de propostas de melhorias;
- e) Definir áreas afetadas;
- f) Coletar dados;
- g) Analisar os dados;
- h) Elaborar plano de ação;
- i) Apresentar os resultados;

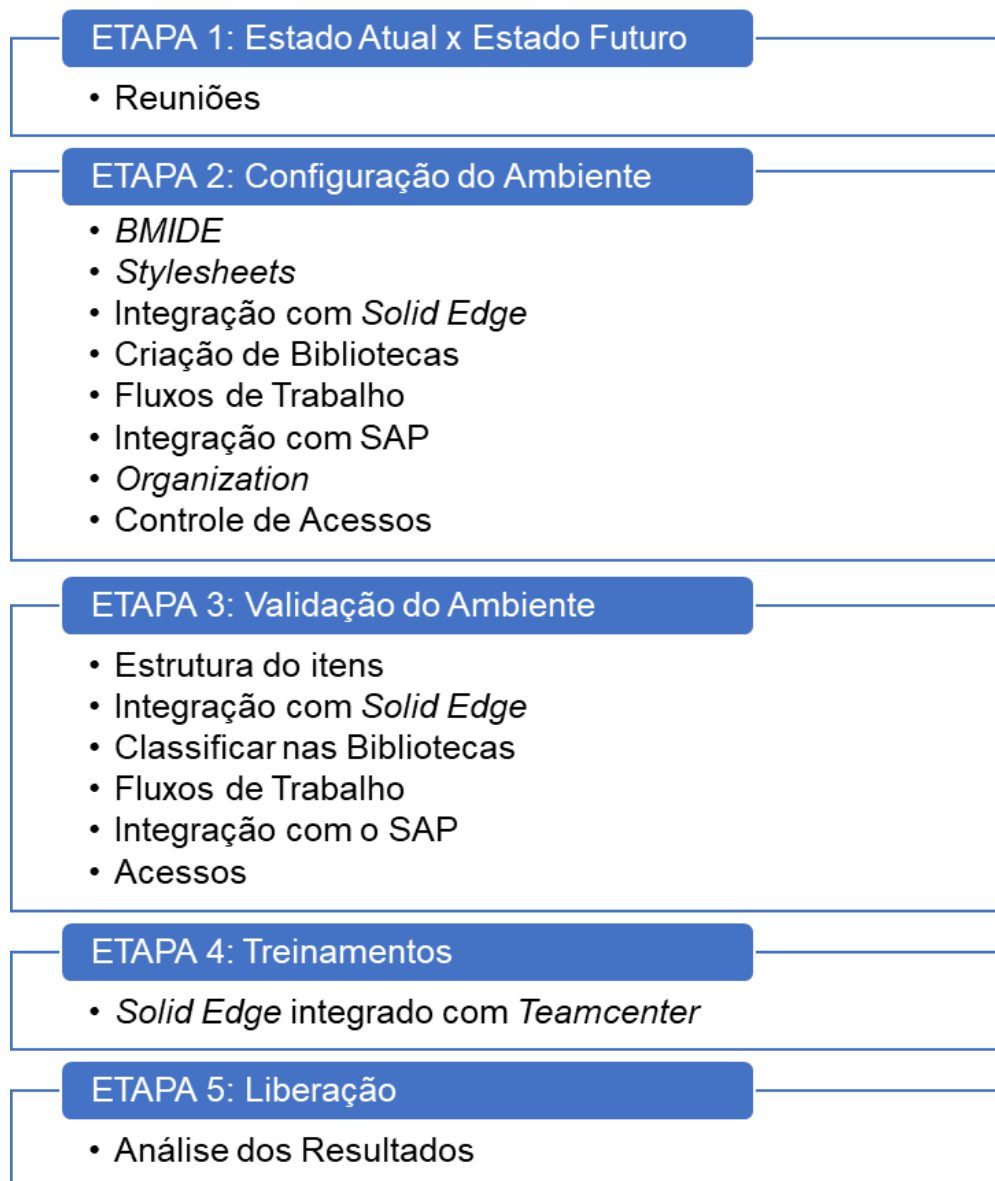


Com base no exposto, foram estruturadas etapas de implementação para o estudo, conforme destacado no próximo tópico.

### 3.1.6 Etapas de implementação

Para possibilitar um melhor entendimento das etapas necessárias para a implementação da ferramenta, desenvolveu-se um cronograma detalhado das atividades, conforme a Figura 15.

Figura 15 – Etapas de implementação do estudo



**Fonte:** Autor (2021)

A primeira etapa foi realizada para detalhar o estado atual, e posteriormente, o estado futuro dos processos para a implementação do *Teamcenter*. Para garantir que

todos os processos fossem entendidos adequadamente, foram realizadas reuniões com a participação das principais lideranças, com o objetivo de identificar oportunidades que proporcionariam redução no tempo de desenvolvimento.

A segunda etapa baseou-se em configurar o ambiente com base no estado futuro desenhado na etapa anterior. Para essa etapa obteve-se ajuda de consultores da *Siemens* que auxiliaram no desenvolvimento.

A terceira etapa teve como objetivo validar todas as configurações realizadas no ambiente. Nesta etapa algumas pessoas chaves das áreas envolvidas foram chamadas para auxiliar nos testes, a fim de garantir que tudo foi configurado conforme planejado.

Na quarta etapa foram realizados treinamentos aos usuários para utilização das ferramentas implementadas. Embora várias ferramentas já estivessem sendo utilizadas na empresa, a integração destas ferramentas com o *Teamcenter* necessitou de uma requalificação de todos os envolvidos.

A quinta etapa foi a etapa para liberação do ambiente para uso, necessitando apenas acompanhamento para eventuais dúvidas e problemas pontuais que necessitaram de atenção da equipe de implementação. Nesta etapa começou-se a medir os resultados da implementação como forma de justificar seu investimento.

Vale salientar, que conforme pode ser observado na Figura 15, o processo de aquisição do *software* não foi elencado, pois esta etapa já havia sido efetuada antes do início deste estudo. Importante destacar que a escolha do PLM da *Siemens* ocorreu devido várias das ferramentas que contemplam o pacote do PLM, já estavam implementadas na empresa, sendo necessário apenas a aquisição e implementação do *Teamcenter* para a integração delas num banco de dados integrado, tornando todo o processo mais rápido e barato.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo são expostas informações referentes aos resultados e objetivos esperados para com este estudo. Apresentam-se as definições para a implementação do PLM em uma empresa de grande porte.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

A Bruning foi fundada em 1947, na cidade de Panambi. Inicialmente, dedicava-se a manutenção de equipamentos agrícolas e na construção de pequenas máquinas agrícolas e de beneficiamento de madeiras. Após 1967 a empresa passa a produzir peças seriadas, inicialmente destinadas para máquinas de colheita de grãos.

Atualmente a empresa é atuante nos segmentos agrícola, automotivo, construção e rodoviário, fornecendo peças para as principais montadoras do país. A empresa é especializada no desenvolvimento de processos de manufatura, especialmente conjuntos soldados, mas com atuação significativa nos processos de corte, conformação, usinagem e pintura de peças de diferentes tamanhos e formas geométricas.

Embora o foco da empresa não seja no projeto de produto, ela possuiu uma equipe de engenharia e ferramentaria com cerca de 150 pessoas dedicadas ao desenvolvimento, alteração e melhoria de produtos. A empresa também possui ferramentaria própria, onde são projetadas todas as ferramentas necessárias para a execução dos processos.

### **4.2 ALINHAMENTO DE EXPECTATIVAS**

Esta etapa baseia-se em fazer o levantamento do estado atual, buscar oportunidades de melhorias e definir o estado futuro do processo. Nesta etapa buscou-se também entender quais as principais necessidades dos usuários e da empresa, traduzindo todas essas informações em especificações para o novo sistema.

#### **4.2.1 Estado Atual**

Este tópico descreverá os processos antes da implementação do PLM, trazendo os principais problemas neles enfrentados. Tais problemas são o embasamento para o problema deste estudo.

A empresa já utilizava várias ferramentas da *Siemens*, dentre elas o *Solid Edge*, utilizado para projetar peças e os meios de fabricação, como por exemplo, ferramentas, embalagens e meios de movimentação. O *software* trabalhava *standard alone*, não sendo integrado com nenhum outro *software*. Esta falta de integração gerava uma certa dificuldade em organizar os arquivos.

Os desenhos eram salvos em locais da rede, em destinos categorizados normalmente por cliente, sendo impossível determinar de maneira fácil e visual quais os arquivos que pertenciam a uma montagem, ou determinar quantas revisões tal montagem ou desenho já haviam sido submetidos, por exemplo. Esta maneira de organização também resultava em outro problema, que estava associado à localização dos arquivos relacionados a uma determinada peça, pois eram salvos em outros diretórios, por nome de projeto, ou até mesmo segmentado por área, dificultando o acesso por integrantes de outros departamentos.

Quando se havia a necessidade de gerar novas revisões, ou seja, promover mudanças nos desenhos, editava-se o mesmo arquivo, descartando qualquer possibilidade de armazenar diferentes versões de projeto de uma peça. Para contornar esse problema, era gerada uma tabela no desenho detalhado, com as informações das alterações, que era utilizada para informar os demais departamentos sobre as modificações.

O controle de acesso aos arquivos era feito através dos diretórios da rede, mas como estes não tinham uma padronização, principalmente os diretórios destinados a projetos, novos repositórios eram criados dificultando este trabalho. Quando arquivos eram segmentados por área, gerava-se a necessidade de uma comunicação entre os envolvidos, solicitando tais arquivos para a realização de uma determinada atividade.

Esta limitação no controle de acesso também possibilitava a alteração de peças que já estavam liberadas para produção. Muitos testes eram solicitados, onde os desenhos eram alterados, sem uma nova revisão ser gerada, e depois enviados para a produção. Ao testar tais melhorias, observava-se que não era possível a implementação desta alteração, sendo necessário retornar o desenho à versão anterior. Durante este processo, algumas etapas acabavam sendo esquecidas, ficando disponível uma versão do desenho que não era válida, fazendo com que peças produzidas fossem sucateadas, gerando prejuízos.

Os cadastros dos materiais no ERP eram feitos de forma semiautomática, através da execução de macros no *Excel*. Todos os dados contidos no desenho

precisavam ser digitados novamente em planilhas, que tinham um nível moderado de automação, mas que não eram a prova de erros, gerando várias inconsistências no momento de integrar com o SAP, sendo necessário recorrer a ajuda de colaboradores mais experientes para executar os cadastros.

O controle de atividades era realizado através de relatórios, onde o usuário buscava sua lista de atividades nos diferentes *softwares* utilizados para esta função. Para evitar esse trabalho de garimpar as pendências utilizava-se alguns *softwares* como *PowerBI* para gerar listas trazendo informações de todas as aplicações utilizadas. Porém, muita atividade ainda era realizada informalmente através de troca de *e-mails* ou mensagens instantâneas, e em algumas vezes eram esquecidas, pois dependiam da organização de cada funcionário.

Uma grande dificuldade era garantir que o conhecimento dos processos fosse de propriedade da empresa, não permitindo que eles se perdessem sempre que alguém trocava de área, ou até mesmo deixava a empresa. Entretanto, era impossível a criação de soluções de TI que gerenciassem esses fluxos, pois seria necessária uma grande quantidade de recursos para a compra ou desenvolvimento destas soluções, afinal os processos estão em constante aperfeiçoamento, e não se tinha uma ferramenta adaptável para suprir essa demanda.

Considerando os pontos abordados, foi possível determinar que a empresa possuía uma grande dificuldade em gerenciar seus arquivos dentro dos conceitos mais modernos como PLM, onde cada produto carrega sua própria informação e documentação. Identificava-se muitos desperdícios com perdas de tempo na busca de informações, e na localização destes arquivos, e prejuízos causados por peças sucateadas por erros de projetos ou de cadastro.

#### **4.2.2 Estado Futuro**

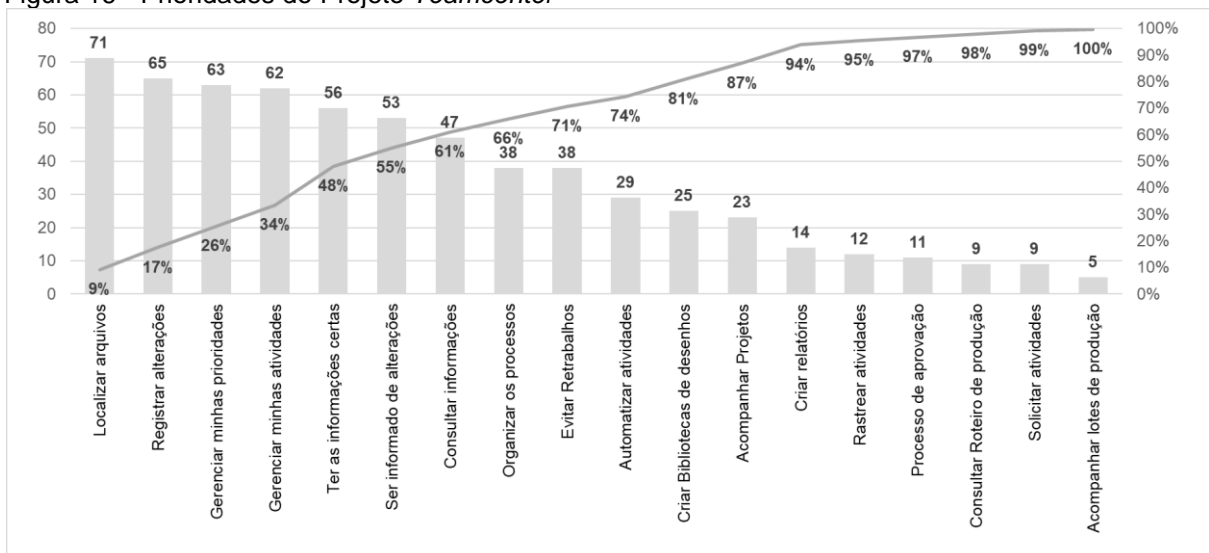
Nesta etapa buscou-se através do entendimento das dificuldades enfrentadas pela empresa, propor soluções que convergiam para o objetivo deste estudo. Tais soluções foram debatidas na fase conhecida como *Blue Print*, onde foram agendadas reuniões com as equipes impactadas, objetivando-se em propor cenários possíveis que permitiriam a evolução dos processos.

Com base em todas estas análises foram desenhados fluxogramas com o estado futuro dos processos, de maneira que fosse possível replicar estes processos no *Teamcenter*. Após a conclusão destas propostas, buscou-se a aprovação das

mesmas junto as lideranças da empresa através da apresentação dos fluxos e da metodologia utilizada pelo PLM. Devido questões de confidencialidade, estes fluxos não puderam ser apresentados neste estudo.

Ao mesmo tempo, buscou-se entender as demandas e opiniões daqueles que não puderam participar das discussões, através de formulários do *google forms*. Neste questionário procurou-se entender onde, de acordo com os usuários, estavam os principais problemas enfrentados por eles no dia a dia, e entender um pouco da cultura da empresa, ou seja, entender a forma como eles gostariam de trabalhar. A Figura 16 informa quais os principais pontos elencados que deveriam ser trabalhados no projeto *Teamcenter*.

Figura 16 - Prioridades do Projeto *Teamcenter*



Fonte: Autor (2021)

Através do levantamento dos fluxos e do entendimento das necessidades da empresa, foi possível determinar os seguintes tópicos:

- Número de processos impactados;
- Número de usuários impactados;
- Número de licenças necessárias;
- Tipos de itens;
- Estrutura dos itens;
- Quais arquivos seriam carregados;
- Integrações necessárias;
- Gap's* entre a metodologia do sistema e a metodologia da empresa.

Toda essa documentação precisou ser submetida a *Siemens* para definição do escopo da implementação e o fechamento do contrato de horas com o consultor.

#### 4.3 QUALIFICAÇÃO DOS *KEY-USERS*

Esta etapa baseou-se na qualificação dos integrantes do projeto de implementação, através de treinamentos feitos com a empresa *Siemens*. Foram realizados treinamentos voltados à administração do *Teamcenter*, onde foram abordados temas como:

- a) Criação de usuários e grupos;
- b) Liberação de Acesso;
- c) Criação de Fluxos;
- d) Criação de relatórios;
- e) Configurações gerais do sistema;
- f) Utilização do sistema.

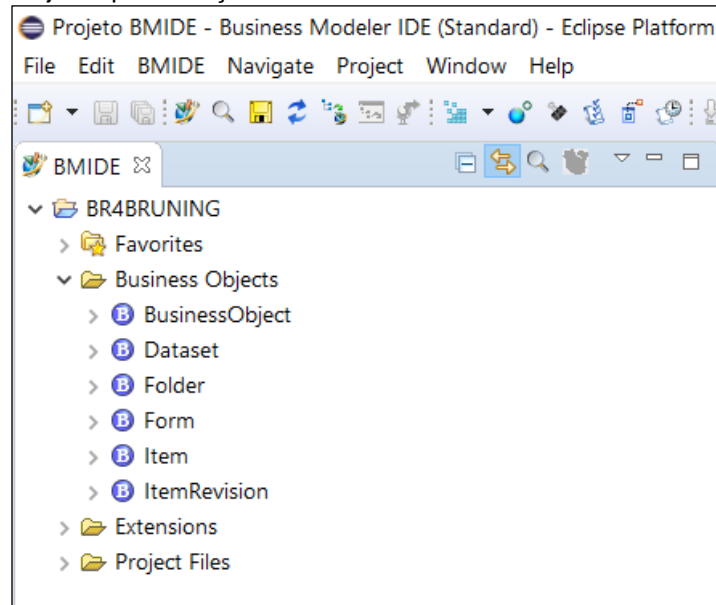
#### 4.4 CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA

Neste tópico é detalhado todo o processo de configuração do ambiente do *Teamcenter*, sendo umas das etapas mais importante de toda implementação, pois é onde foram configuradas todas as regras de negócio conforme alinhado no tópico 4.2.2, mudando os processos de acordo com a metodologia do PLM.

##### 4.4.1 CRIAÇÃO DO AMBIENTE

O primeiro passo para a criação do ambiente foi a criação dos objetos necessários para controlar o ciclo de vida dos produtos, como itens, formulários, pastas e todos os formatos de arquivo que devem ser reconhecidos pelo *Teamcenter*, como pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 – Tipos de objetos para criação



Fonte: Autor (2021)

Os itens foram diferenciados entre itens de desenho, projeto e de documentação.

Os itens de desenho são todos aqueles utilizados em estruturas, e que necessitam do gerenciamento do seu ciclo de vida pelo *Teamcenter*. No Quadro 1 é possível ver a relação de itens de desenho criados. A informação “Letras” contida na coluna revisão indica que as revisões destes itens seguem em ordem alfabética.

Quadro 1 - Relação de itens de desenho

Denominação	Código	Revisão	Destinação
Item Bruning	BRU-0000001	Letras	Componentes e Subconjuntos
Item Standard	STD-0000001	Letras	Itens Normalizados
Item Produto	PRD-0000001	Letras	Produtos de Clientes
Item Protótipo	PRO-0000001	Letras	Produção de Protótipos
Item Embalagem	EMB-0000001	Letras	Embalagem
Item Layout	LAY-0000001	Letras	Plantas Baixa
Item Recurso	REC-0000001	Letras	Representação de Máquinas
Item Infraestrutura	INF-0000001	Letras	Meios de Movimentação
Item Gancheira	GAN-0000001	Letras	Gancheiras
Item Ferramenta	FER-0000001	Letras	Ferramentas

Fonte: Autor (2021)

Itens de projeto são utilizados para identificar processos, informando quais foram as etapas que o item de desenho passou durante seu ciclo de vida, além de armazenar a documentação relacionada ao projeto, como por exemplo, desenvolvimentos, alterações de engenharia e outros. No Quadro 2 é possível ver a relação de itens de projeto criados.



Quadro 2 - Relação de itens de projeto

Denominação	Código	Revisão	Destinação
Item APQP	PQP-0000001	Letras	Novos Desenvolvidos
Item AEE	AEE-0000001	Letras	Alterações de Engenharia Externas
Item AEI	AEI-0000001	Letras	Alterações de Engenharia Internas
Item Cotação	COT-0000001	Letras	Cotações de Produtos
Item Estudo	EST-0000001	Letras	Estudos
Item Redução de Custo	RCU-0000001	Letras	Reduções de Custos
Item Phase Out	PFP-0000001	Letras	Inativação de Produtos e/ou Ferramentas
Item P&D	PED-0000001	Letras	Pesquisa e Desenvolvimento

**Fonte:** Autor (2021)

Os Itens de documento são aqueles que devem ser vinculados aos desenhos, porém, terão suas revisões independentes. Uma instrução de trabalho por exemplo, ela se refere a um produto, porém, não é necessário revisar a peça toda vez que a instrução de trabalho é revisada. No Quadro 3 é possível ver a relação de itens de documento criados.

Quadro 3 - Relação de itens de documento

Denominação	Código	Revisão	Destinação
Item Documento	DOC-0000001	Letras	Documentos em Geral
Item ITP	ITP-0000001	Letras	Instruções de Trabalho
Item Normas	NOR-0000001	Letras	Normas

**Fonte:** Autor (2021)

Durante a etapa de criação dos itens foi necessária a criação das propriedades para cada um, que pode ser entendida como campos que armazenarão informações no *Teamcenter*. Através da diferenciação dos itens, conforme demonstrado nos Quadros 1, 2 e 3, foi possível diferenciar as propriedades de cada item, deixando o ambiente totalmente aderente aos processos que estes itens irão passar durante seu ciclo de vida. Algumas destas propriedades, posteriormente foram configuradas para receber informações do *Solid Edge* e *SAP* através das integrações. A Figura 18 demonstra a lista de propriedades compartilhadas entre todos os itens.

Figura 18 - Criação das propriedades

Property Name ^	Type	Storage Type	Inherited	Source
br4Aplicabilidade	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Centrodecusto	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Centrolucro	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Cliente	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Codigoantigo	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Itemvendido	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Modelointegracao	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Numimobilizado	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum
br4Planta	Attribute	String[128]	✓	BR4Comum

Fonte: Autor (2021)

O próximo passo foi criar os repositórios que estarão anexados a revisão dos itens, e que serão responsáveis por armazenar todo tipo de documentação. Para que isso seja possível, primeiramente foi necessário que cada repositório fosse criado individualmente, conforme Figura 19.

Figura 19 - Criação de repositórios

Main	Properties	Operations	Operation Descriptor
<b>Details</b>			
Project:	BR4BRUNING		
Name	BR4Pastainstrucaotrabalho		
Display Name	Instrucao de Trabalho		
Storage Class	BR4Pastainstrucaotrabalho		
Parent	ImanRelation		
Type	Persistent		
	<input type="checkbox"/> Is Abstract? <input type="checkbox"/> Is Exportable? <input checked="" type="checkbox"/> Allow creating instances of Secondary Business Objects <input type="checkbox"/> Store as lightweight object		
Teamcenter Component:			Browse...
Description:			
	<input type="checkbox"/> COTS?		
Template	br4bruning		

Fonte: Autor (2021)

Após a criação dos repositórios, foi necessário criar uma relação destas pastas com os itens que iriam utilizá-las, conforme Figura 20. Um mesmo repositório pode ser utilizado em diferentes objetos.

Figura 20 - Relacionando repositórios à itens

Property Name	Type	Storage Type	Inherited	Source
BR4Pastablanks	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastadesenhosciente	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastadesvios	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastadocumentos	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastaferamental	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastaformacaocusto	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastainstrucaotrabalho	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastanormas	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision
BR4Pastaoutros	Relation	UntypedRelation		BR4ProdutoRevision

Fonte: Autor (2021)

Para que cada item possua seu código próprio, é necessário configurar as regras de nomenclatura. Primeiramente é necessário criar as regras individualmente, definindo a máscara do código e *range* dos valores, conforme Figura 21.

Figura 21 - Criando regras de nomenclatura para itens

**Add Naming Rule Pattern**

**Pattern**

Create a Pattern

Pattern: \*PRD-\*NNNNNNN Insert LOV

Description: Insert Rule

Generate counters?

Is Decrement?

Initial Value: PRD-0000001

Maximum Value: PRD-9999999

Step: 1

Offset: 0

? Finish Cancel

Fonte: Autor (2021)

Após a criação das regras de nomenclatura, foi relacionado essas regras ao seu item, conforme Figura 22.

Figura 22 - Relacionando regras de nomenclatura aos itens

The screenshot shows a configuration window with several tabs: Main, Properties, Operations, Display Rules, Deep Copy Rules, Alternate ID Rules, GRM Rules, and Operation Descriptor. The 'Properties' tab is active, displaying a table for 'Item\_id'. The table has columns for Property Name, Type, Storage Type, Inherited, and Source. The first row is highlighted and contains: item\_id, Attribute, String[128], a checked checkbox, and Item. Below the table are tabs for Property Constants, Naming Rule Attaches, LOV Attaches, Property Renderer Attaches, and Property Formatter Attaches. The 'Naming Rule Attaches of item\_id' section is expanded, showing a table with columns: Naming Rule, Condition, Inherited, Overridden, Source, COTS, and Template. The first row contains: BR4Produto, isTrue, a checked checkbox, a checked checkbox, BR4Produto, and br4bruning.

Property Name ^	Type	Storage Type	Inherited	Source
item_id	Attribute	String[128]	<input checked="" type="checkbox"/>	Item

Naming Rule	Condition	Inherited	Overridden	Source	COTS	Template
BR4Produto	isTrue	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BR4Produto		br4bruning

Fonte: Autor (2021)

O próximo passo foi configurar os *Dataset's*, mais precisamente é necessário definir qual *software* será chamado para abrir uma determinada extensão de arquivo. As extensões mais comuns já vêm padrão da *Siemens*, sendo preciso configurar as mais específicas como *softwares* de outros fabricantes. A configuração baseou-se em criar uma relação da extensão do arquivo com o *MIME TYPE* chamado pelo *Windows*, conforme Figura 23.

Figura 23 - Definindo *MIME TYPE* para *Dataset*

The screenshot shows a configuration window with tabs: New Tool Type, Tool Input/Output, and Tool Markup Info. The 'New Tool Type' tab is active, showing a 'Details' section. The 'Project' dropdown is set to BR4BRUNING. The 'Name' field contains MSEXcel. The 'MIME/TYPE' field contains application/vnd.ms-excel. The 'Shell/Symbol' field contains \$TC\_BIN/msexcel.

Project:	BR4BRUNING
Name:	MSEXcel
MIME/TYPE:	application/vnd.ms-excel
Shell/Symbol:	\$TC_BIN/msexcel

Fonte: Autor (2021)

Após configurar os *dataset's* foi necessário definir quais os arquivos que seriam copiados toda vez que uma nova revisão é criada para o item. Determinados arquivos não poderiam ser copiados de uma revisão para outra, exigindo que ele seja criado novamente. A Figura 24 ilustra a criação de uma regra definindo que todos os arquivos “pdf” abaixo da pasta “desenhos de cliente” não sejam copiados para a nova revisão.

Figura 24 - Definindo regras para cópia de revisões

**Add Deep Copy Rule**  
Adds a new Deep Copy Rule

Project: BR4BRUNING

Target Business Object: BR4Produto

Target Primary?

Operation Type: Revise

Property Type:  Relation  Reference

Relation : \* BR4Pastadesenhoscliente

Attached Business Object: \* PDF

Condition: \* isTrue

Action: NoCopy

Required?  
 Secured?  
 Copy Properties on Relation?

Fonte: Autor (2021)

Após finalizada a etapa de criação dos itens, também foram criados alguns formulários que servem para armazenar informações substituindo arquivos de texto ou planilhas. As etapas de criação de um formulário são bem similares às etapas de criação de um item descritas anteriormente.

Nesta etapa foi finalizada a criação dos objetos e configurações necessárias para a criação do ambiente do *Teamcenter*. No próximo tópico é detalhado o processo para que todas essas informações fiquem visíveis aos usuários.

#### 4.4.2 Folhas de Estilo

Nessa etapa foi necessário configurar as folhas de estilo ou *stylesheets*, esta etapa foi necessária para definir o *layout* da página que será exibida ao usuário, tornando visível todas as configurações realizadas no *BMIDE*. Foi necessária a criação de uma folha de estilo para cada tipo de item, pois cada um possui suas próprias propriedades, exigindo que cada um deles tenha um *layout* exclusivo. As folhas de estilo também são aplicadas para alterar o estilo de formulários e outros objetos. A Figura 25 mostra a folha de estilo criada para mostrar os dados de um formulário.

Figura 25 – Folha de estilo criada para um formulário

```

<!--
// @<COPYRIGHT>@
// =====
// Copyright 2015.
// Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.
// All Rights Reserved.
// =====
// @<COPYRIGHT>@
-->
<!--
Default style sheet for displaying Form properties.
type=form displays only properties that are available directly on the form
type=property displays all properties
-->
<rendering xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="XMLRenderingStylesheet_Schema.xsd">
  <page titleKey="tc_xrt_Summary">
    <property name = "br4_f4e5_sera_desenvolvido"/>
    <property name = "br4_f4e5_motivo"/>
    <property name = "br4_f4e5_executar_meio"/>
    <property name = "br4_f4e5_existe_capacidade"/>
    <property name = "br4_f4e5_observacao"/>
  </page>
</rendering>

```

Fonte: Autor (2021)

Como abordado no tópico 2.8.2, as folhas de estilo são arquivos XML, e estes arquivos precisam ser relacionados ao objeto que ele pertence. Para criar o relacionamento, é necessário a criação de uma variável de ambiente no sistema, conforme Figura 26, o valor do campo nome, indica o tipo de item e o local no sistema que essa folha de estilo é aplicada, e o valor indica o nome do arquivo XML criado para aquele tipo de item.

Figura 26 - Criação de variáveis


Click on the "Edit" button to modify the definition and update any field in order for the "Save" button to be enabled. Note that the "Description" field must not be empty.  
Click on the "Save" button to save the definition of the existing preference.

Name	Location	Protection Scope
AWC_BR4Atratividade_F4E5.SUMMARYRENDERING	Site	Site
Category	Environment	Type
Active Workspace	Disabled	String
Multiple		
Single		
Description		
AWC_BR4Atratividade_F4E5.SUMMARYRENDERING		
Value		
Awp0Form_BR4Atratividade_f4e5		

Fonte: Autor (2021)

O efeito gerado pela criação do layout para o usuário pode ser visto na Figura 27. Conforme evidenciado, as propriedades criadas no formulário são exibidas ao usuário em forma de campos para preenchimento.

Figura 27 - Visual do formulário após a criação da folha de estilo

 **Atratividade | F4E5**

Autoriza Desenvolvimento:

Executar Meio de Producao:

Existe Capacidade:

Motivo da Recusa:

Observacao:

Fonte: Autor (2021)

A criação das folhas de estilo é uma etapa extremamente importante, pois é o que define a experiência de tela do usuário, ou seja, vai definir como cada tela do sistema vai se comportar durante o uso. O próximo tópico aborda as etapas necessárias para a integração entre o *Teamcenter* e *Solid Edge*.

#### 4.4.3 Integração com o *SOLID EDGE*

Nesta etapa foi configurada a integração entre *Teamcenter* e *Solid Edge*, ou seja, a transferência de informações entre os dois *softwares*, através das propriedades criadas no *BMIDE*. Para iniciar este processo, foi necessário identificar quais as propriedades deveriam ser preenchidas exclusivamente no *Solid Edge*, como por exemplo, massa, área, volume, e quais poderiam ser preenchidas no *Teamcenter* e enviadas para o *software* CAD como por exemplo, cliente, acabamento superficial e *status* do desenho.

Para que esta integração acontecesse, foi necessário criar um mapeamento entre a propriedade do *Solid Edge* com a propriedade do *Teamcenter*, através de um processo chamado de *mapping*, conforme a Figura 28.

Figura 28 - Mapeando propriedade entre *Teamcenter* e *Solid Edge*

```
Dataset type="SE Assembly"

{ Item type="BR4Produto"
  "Item_Cliente" : Item.br4Cliente /description="br4Cliente"
  "Item_Fornecedor" : ItemRevision.br4Fornecedor /description="br4Fornecedor"
  "Item_Rev_DataAprovacao" : ItemRevision.date_released /master=iman /description="Data Aprovacao"
  "Item_Rev_DataCriacao" : ItemRevision.creation_date /master=iman /description="Desenhista"
  "Item_Rev_Desenhista" : owning_user.person.user_name /description="Owning user id"s"
  "Mass" : ItemRevision.br4Peso /master=cad /description="br4Peso"
  "Surface_Area" : ItemRevision.br4Area /master=cad /description="br4Area"
  "Volume" : ItemRevision.br4Volume /master=cad /description="br4Volume"
  "Acabamento_Superficial" : ItemRevision.br4Acabamentosuperficial /description="br4Acabamentosuperficial"
  "HPTS" : ItemRevision.br4Hpts /description="br4Hpts"
}
```

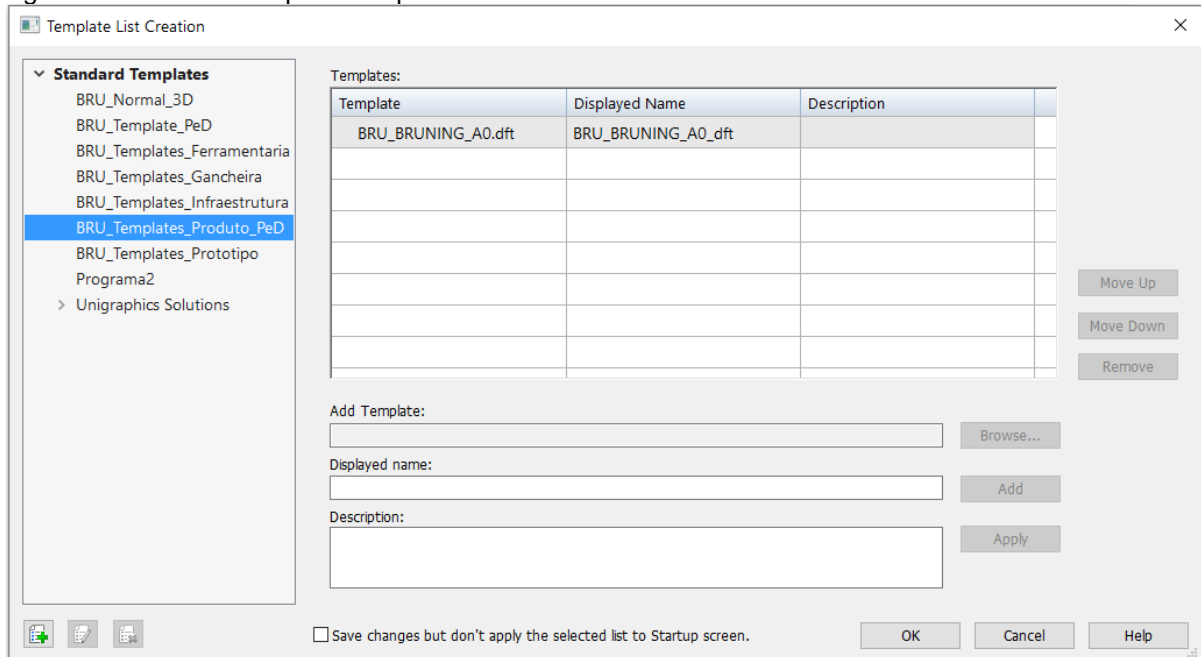
Fonte: Autor (2021)

Após a importação destas configurações para o *Solid Edge*, o relacionamento já está ativo. Porém, havia-se a necessidade de mapear estas propriedades para o formato utilizado no detalhamento das peças, para que não houvesse mais a necessidade de preencher manualmente estes campos, reutilizando as informações do sólido ou do *Teamcenter*.

Foram importados todos os formatos já utilizados pelas áreas de projeto e desenho para o *Teamcenter*. O *Solid Edge* automaticamente reconhece que estes formatos foram recebidos e já disponibiliza o mesmo para o usuário, conforme Figura 29.

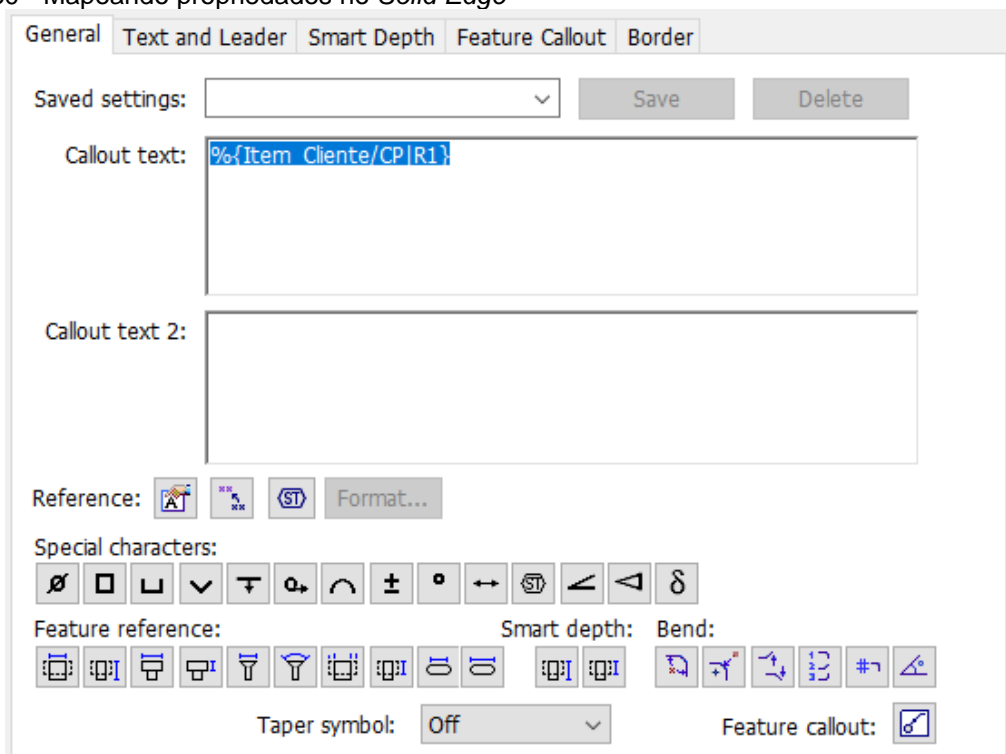


Figura 29 - Formatos importados para detalhamento



Fonte: Autor (2021)








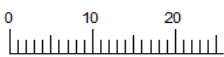












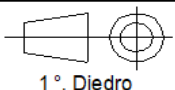
Na sequência estes formatos foram alterados para receber as informações mapeadas, assim todas as alterações feitas no *Solid Edge* ou *Teamcenter* são enviadas automaticamente para o formato da peça detalhada. A Figura 30 demonstra o processo de edição do formato para receber as informações através da integração.

Figura 30 - Mapeando propriedades no *Solid Edge*

Fonte: Autor (2021)

Com todos os campos mapeados, o ambiente está pronto para receber as informações do *Teamcenter*. Na Figura 31 é possível visualizar o formato criado para detalhamento de produtos. Os erros apresentados são esperados pois o referenciamento acontece apenas quando uma peça é criada.

Figura 31 - Mapeando propriedades para o formato

Status: <b>Error: No reference</b>		Características princ. do produto: SEGURANÇA/LEGISLAÇÃO  FIXAÇÃO/FUNÇÃO  PROCESSO C/REGISTRO  PROCESSO 	RETILINEIDADE	—
Massa (kg): <b>Error: No reference</b>			PLANICIDADE (PLANEZA)	
Área (m²): / Área Pintura (m²): <b>Error: No reference / Error: No reference</b>			CIRCULARIDADE	
Estado de superfície:			CILINDRICIDADE	
Esc.: <b>1:1</b>		FORMA DE UMA LINHA		
		FORMA DE UMA SUPERFÍCIE		
		PARALELISMO		
		PERPENDICULARIDADE		
		ANGULARIDADE (INCLINAÇÃO)		
		POSIÇÃO VERDADEIRA		
		CONCENTRICIDADE E COAXIALIDADE		
		SIMETRIA		
		BATIMENTO		
		BATIMENTO TOTAL		
				
	Data	Nome	Reproduzido do desenho do cliente:	
Des.	<b>Error: No reference</b>	<b>Error: No reference</b>	Código: <b>ERROR: NO REFERENCE</b> Emissão: <b>Error: No reference</b>	
Rev.	<b>Error: No reference</b>	<b>Error: No reference</b>		
Apr.	<b>Error: No reference</b>	<b>Error: No reference</b>		
Cliente: <b>Error: No reference</b>		ESTE DESENHO NÃO PODE SER REPRODUZIDO, ALTERADO OU CEDIDO A TERCEIROS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DA ÁREA DE ENGENHARIA DE PRODUTO BRUNING.		
Descrição: <b>Error: No reference</b>		Código:	Página: 1/1	
		<b>Error: No reference / Error: No reference</b>		

Fonte: Autor (2021)

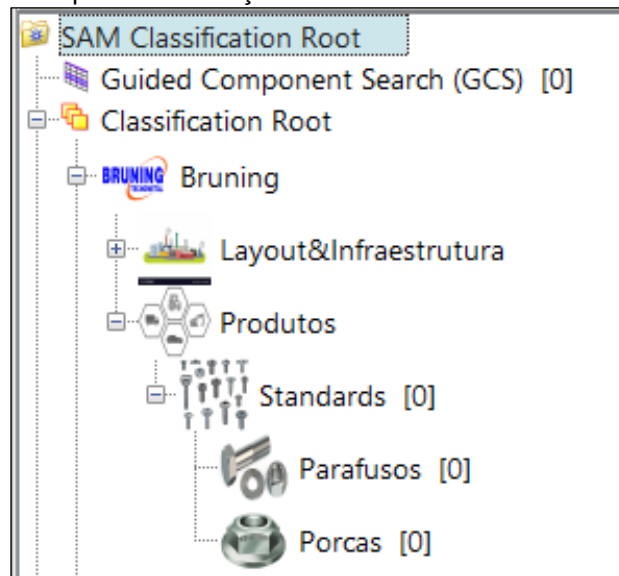
No próximo tópico é demonstrado como foram criadas as bibliotecas para classificação dos itens.

#### 4.4.4 Criação de Bibliotecas

Essa etapa foi necessária para classificar os itens novos criados dentro de uma família de produtos. Este processo facilita a busca dos itens criados para reuso dentro de estruturas, além de evitar que a mesma peça seja criada com um código diferente.

Nesta atividade foram criados os grupos e classes utilizados para a classificação dos produtos, conforme ilustrado na Figura 32.

Figura 32 - Grupos e Classes para classificação



Fonte: Autor (2021)

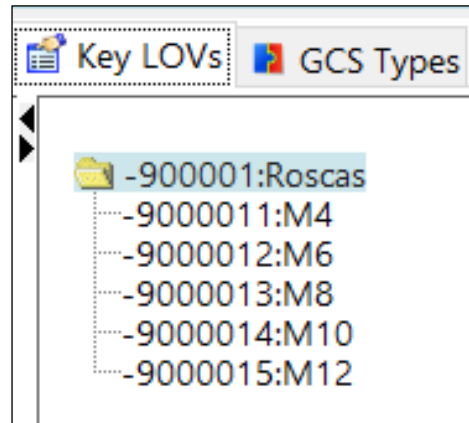
O próximo passo foi a criação das propriedades que serão utilizadas para classificar tais itens. Essas propriedades são utilizadas posteriormente para facilitar as buscas dentro de um grupo determinado. A Figura 33 demonstra o processo de criação das propriedades. Estas podem trazer valores automaticamente do item, se ela for vinculada à propriedade criada no BMIDE.

Figura 33 - Criação de propriedades para classificação

Fonte: Autor (2021)

Quando necessário, foram criadas lista de valores para as propriedades, definindo opções de escolha para o usuário selecionar no momento da classificação, como demonstrado na Figura 34.

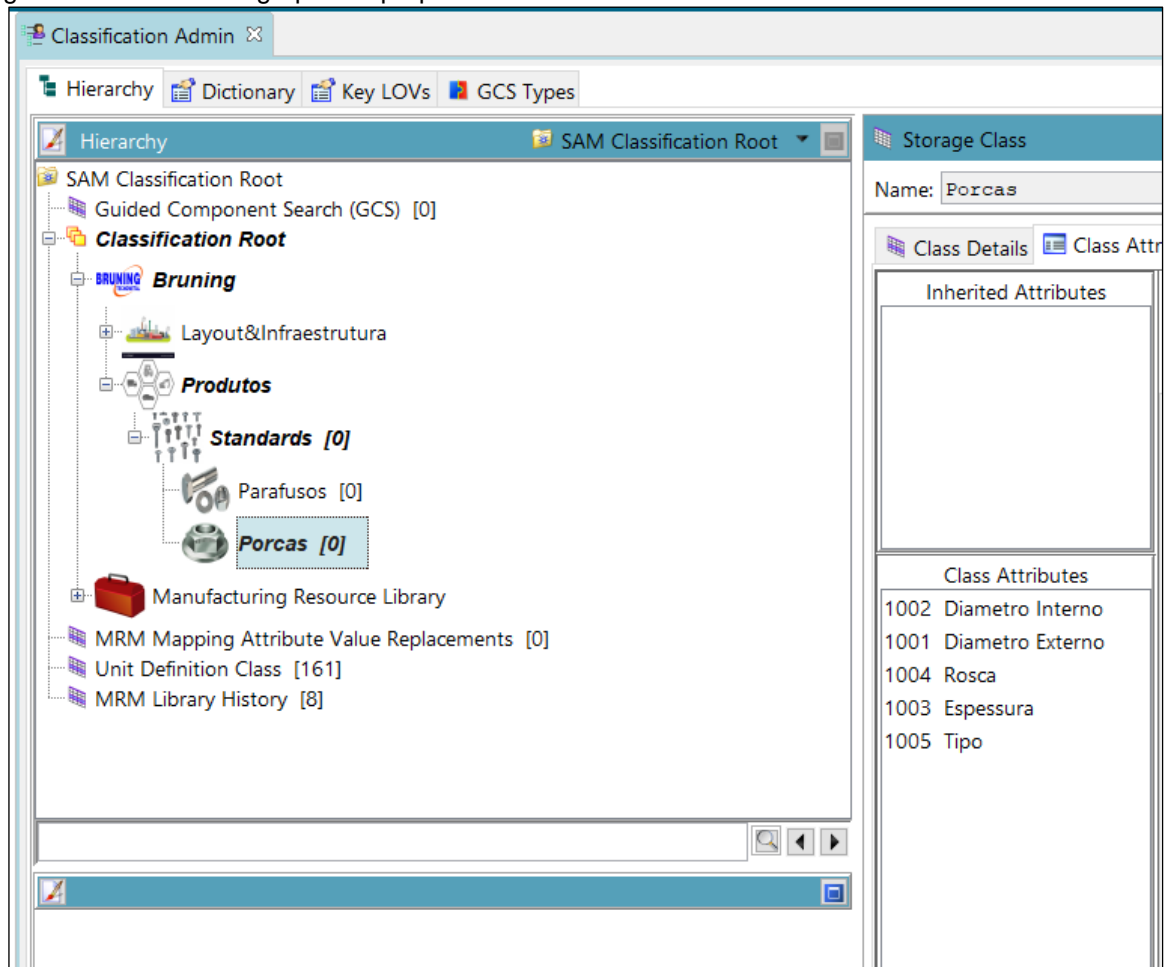
Figura 34 - Criação de lista de valores



Fonte: Autor (2021)

Após a criação das propriedades, vinculou-se as mesmas ao grupo e classe determinados para ela, conforme Figura 35.

Figura 35 - Vinculando grupos às propriedades



Fonte: Autor (2021)

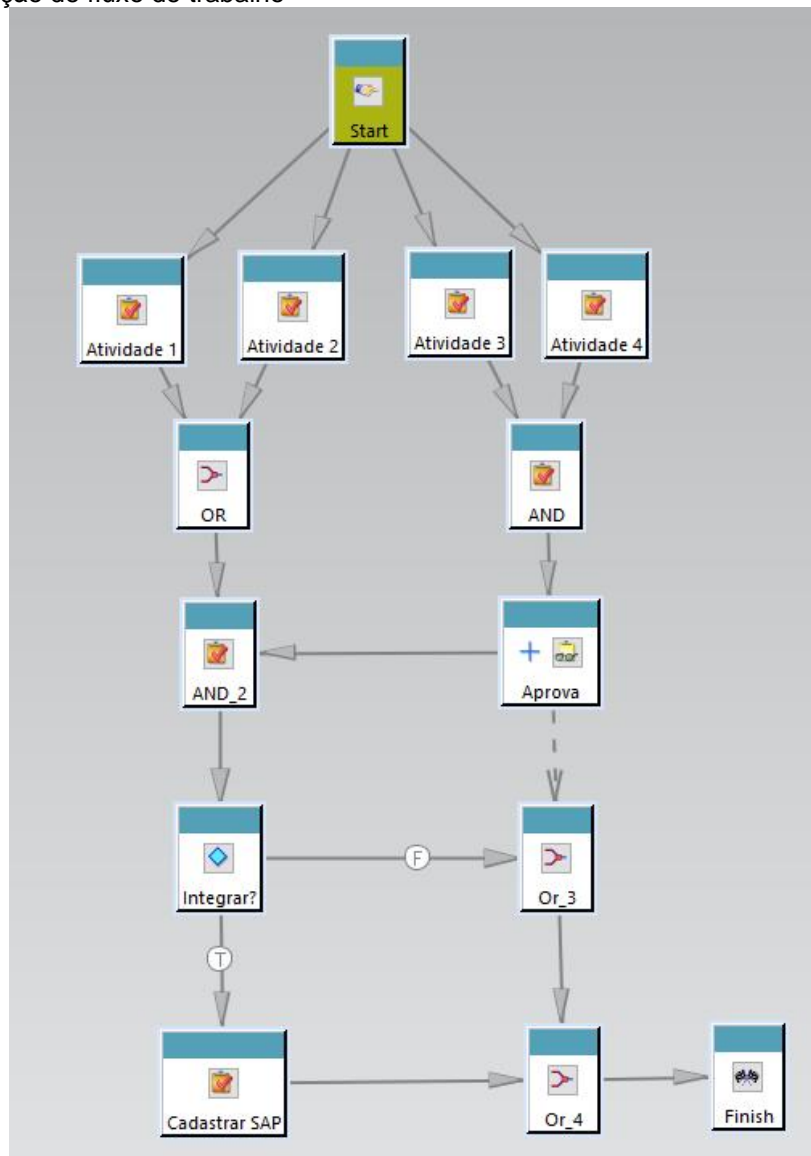
No próximo tópico é enfatizado o processo de criação dos fluxos de trabalho.

#### 4.4.5 Fluxos de trabalho

Nesta atividade foram criados os fluxos de trabalho no *Teamcenter* de acordo com os fluxos desenhados na fase de *Blue Print* no início da implementação, focando em tornar o conhecimento do negócio de propriedade da empresa, evitando que este conhecimento fique exclusivamente com os colaboradores.

O processo de criação dos fluxos é bem simples, basicamente é desenhar em forma de fluxo todas as atividades do processo, em que cada etapa representa uma ação a ser realizada, pelo usuário, ou pelo sistema, conforme ilustrado na Figura 36.

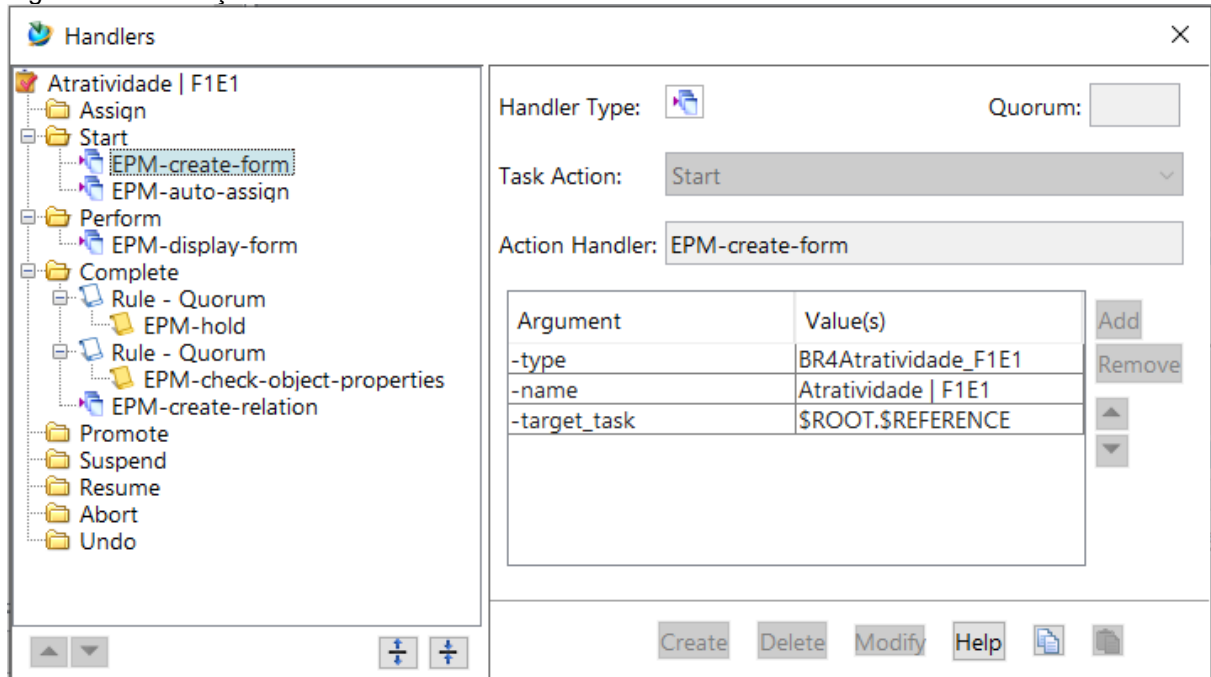
Figura 36 – Criação de fluxo de trabalho



Fonte: Autor (2021)

Para agilizar os processos e tornar os fluxos mais dinâmicos, foram utilizados *handlers* para executar funções determinadas dentro das atividades do fluxo, conforme a Figura 37.

Figura 37 - Utilização de *Handlers*



Fonte: Autor (2021)

Basicamente foi este o trabalho realizado para a criação dos fluxos de trabalho onde os fluxos indicam um caminho a ser percorrido e os *handlers* executam funções para acelerar os processos.

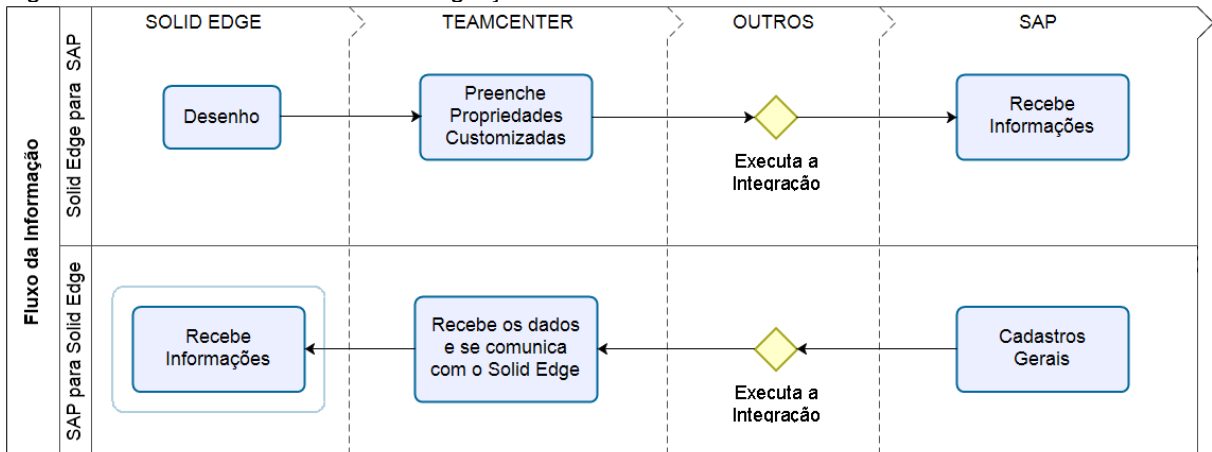
O próximo tópico abordado foi a integração entre SAP e *Teamcenter*.

#### 4.4.6 Integração com o SAP

A integração com o SAP é uma das atividades mais relevantes para a redução do tempo, pois desta maneira o *Teamcenter* pode receber e enviar informações ao ERP eliminando a atividade de cadastro manual ou semiautomático no SAP. Esse princípio está incorporado nas metodologias do PLM, sob o conceito de reuso da informação.

O caminho da informação foi configurado para acontecer conforme a Figura 38.

Figura 38 - Caminho realizado na integração com o SAP

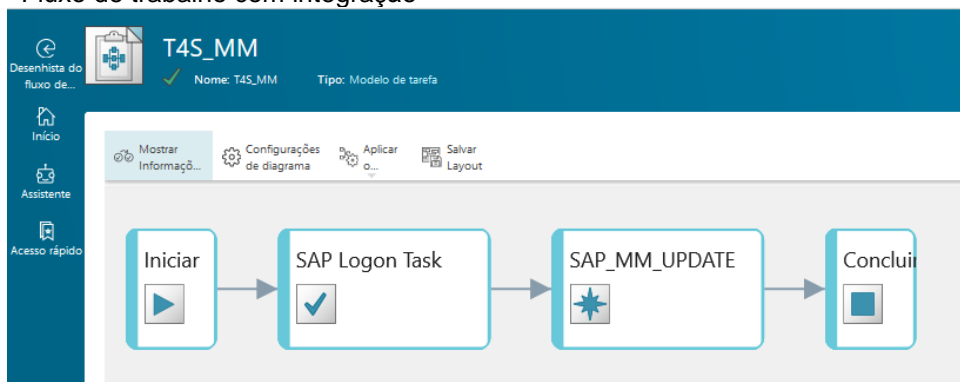


Fonte: Autor (2021)

O primeiro passo dessa atividade foi a criação dos *scripts* que fazem a comunicação com o *SAP*. Estes *scripts* utilizam a linguagem *TCL* e basicamente servem para criar um relacionamento entre a propriedade do *Teamcenter* com o campo correspondente do *SAP*. Os módulos de integração já vêm criados da própria *Siemens*, onde ajustes precisam ser feitos para atualizar com as propriedades customizadas criadas no *BMIDE*. O Apêndice A demonstra o *script* padrão de integração para cadastro de materiais no *SAP*, devido ao tamanho do arquivo a imagem representa uma parte do código.

A próxima atividade é criar essa etapa no fluxo de trabalho, onde o próprio *Teamcenter* vai executar o *script* via *handlers*, fazendo assim a comunicação com o *SAP*, conforme a Figura 39.

Figura 39 - Fluxo de trabalho com integração



Fonte: Autor (2021)

Esta etapa conclui o processo de criação do ambiente de trabalho, no próximo tópico será demonstrado a criação de grupos e usuários para controle de acesso aos objetos e informações.

#### 4.4.7 Organização

A primeira etapa nesta atividade foi a criação dos grupos e subgrupos respeitando a hierarquia já existente na organização. Na sequência foram definidos os papéis, que podem ser entendidos como cargos ou funções dentro de cada grupo. Por último, foram definidos os usuários que pertencem a cada papel, sendo que um usuário pode estar locado em mais de um papel ou grupo. Por questões de confidencialidade não é permitido pela empresa disponibilizar uma imagem da estrutura criada para a mesma.

Após a adição dos usuários, esta etapa foi finalizada, restando criar os controles de acessos para cada grupo, papel ou usuário, conforme o próximo tópico.

#### 4.4.8 Controle de Acesso

O controle de acesso foi criado individualmente para cada tipo de item, onde identifica-se o tipo do item, e depois incluiu-se os grupos e suas permissões, conforme a Figura 40.

Figura 40 – Liberação de acesso

The screenshot shows a configuration window for a Named ACL. The 'Condition' is set to 'Has Class' and the 'Value' is 'BR4PrototipoRevision'. The 'Named ACL' section shows the name 'BR4Pro\_Acesso'. Below is a table of permissions:

Group	Group Name	View	Search	Edit	Delete	Admin
Group	Comercial.Bruning Tecnometal	✓	✓	✓	✗	✗
Group	Prototipo.Ferramentaria.Bruning Tecnometal	✓	✓	✓	✗	
Group	dba	✓	✓	✓	✓	
World		✓	✗	✗	✗	

Fonte: Autor (2021)

Inicialmente não foram criadas regras de acesso muito complexas para não bloquear determinados objetos que impactariam no bom andamento do negócio, sendo revisados constantemente conforme necessidade.

#### 4.5 O AMBIENTE

O *Teamcenter* possui dois ambientes, um *desktop* e outro *web*, sendo possível escolher qual ambiente será usado pelo usuário. Para esta implementação algumas



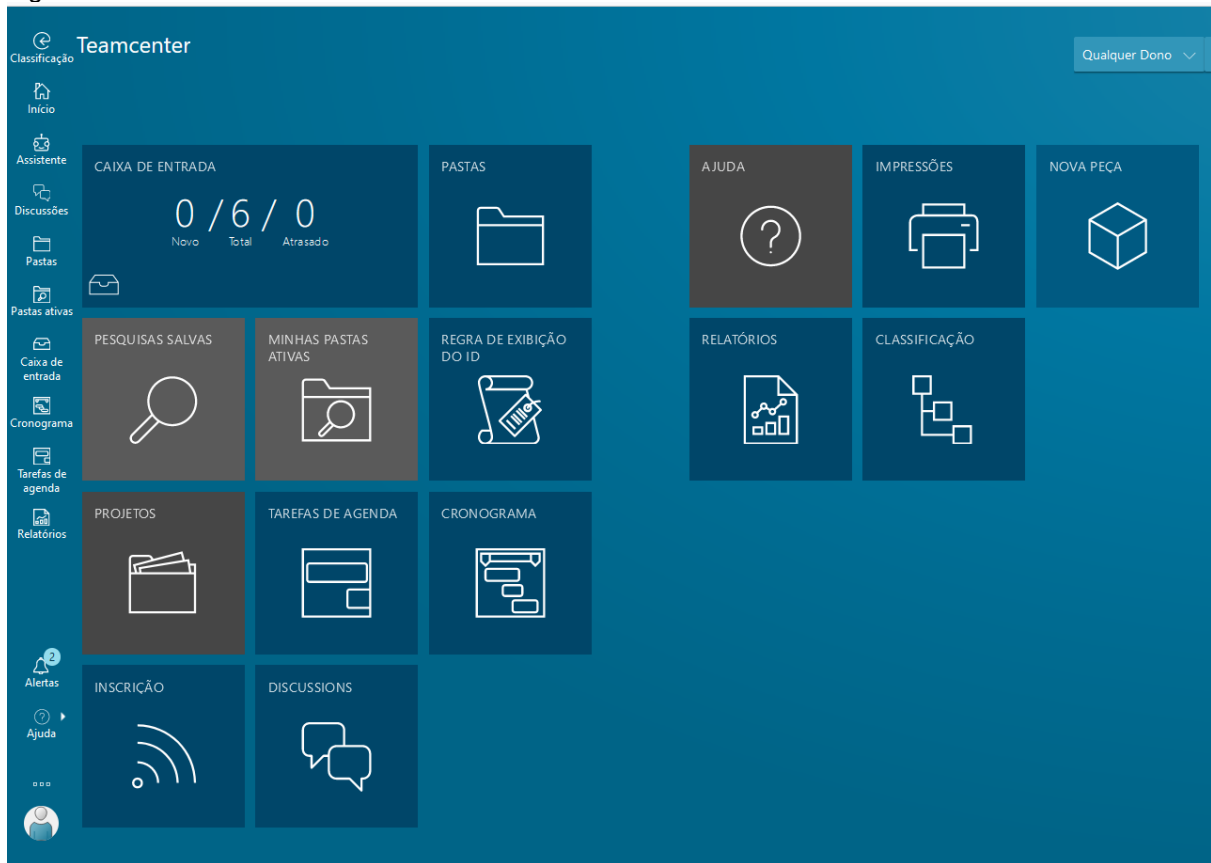
áreas específicas utilizarão exclusivamente o ambiente *web*, enquanto outras necessitarão utilizar o *rack*. A tela de entrada do ambiente *web* está ilustrada na Figura 41. Ao efetuar o *login* o usuário pode alterar seu grupo ou papel conforme necessidade.

Figura 41 - Tela inicial do *Teamcenter*



Fonte: Autor (2021)

A página inicial contém atalhos e barra de ferramentas que permitem ao usuário uma navegação rápida e funcional, conforme demonstrado na Figura 42. Essa tela traz acesso rápido as pastas do usuário, caixa de entrada, barra para pesquisa, informações do perfil de usuário, entre outras coisas que podem ser configuradas de acordo com cada usuário.

Figura 42 - Ambiente do *Teamcenter*

Fonte: Autor (2021)

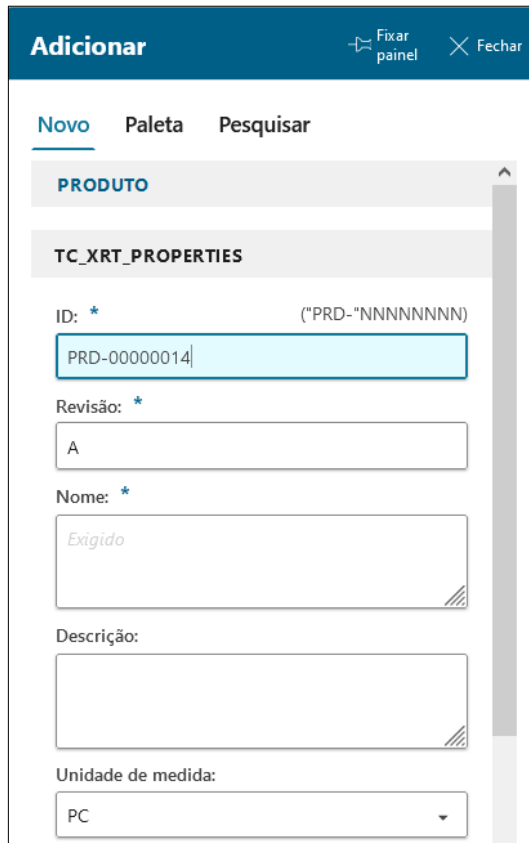
Todo o ambiente funciona com relacionamentos, sendo possível que cada usuário se organize conforme sua preferência. Uma mesma peça pode estar em duas pastas diferentes, sem que a peça seja duplicada, existindo apenas duas referências do mesmo arquivo. Em caso de alterações o sistema faz o controle, não permitindo atualizações simultâneas no mesmo arquivo.

No próximo tópico são enfatizados os itens e sua estrutura.

#### 4.5.1 Estrutura dos itens

As regras de nomenclatura são aplicadas quando o item é criado, conforme a Figura 43. O padrão definido na regra é exibido no campo *ID*, bastando o usuário fazer o *assign* para o *Teamcenter* criar o código conforme configurado.

Figura 43 - Regras de nomenclatura



The image shows a software interface for adding a new item. The window title is "Adicionar" (Add). At the top right, there are buttons for "Fixar painel" (Pin panel) and "Fechar" (Close). Below the title bar, there are three tabs: "Novo" (New), "Paleta" (Palette), and "Pesquisar" (Search). The "Novo" tab is selected. The main content area is titled "TC\_XRT\_PROPERTIES" and contains several input fields:

- ID:** \* ("PRD-"NNNNNNNN) - Input field containing "PRD-0000014".
- Revisão:** \* - Input field containing "A".
- Nome:** \* - Input field containing "Exigido".
- Descrição:** - Empty input field.
- Unidade de medida:** - Dropdown menu showing "PC".

**Fonte:** Autor (2021)

Para um bom entendimento de todo o processo, é imprescindível entender a estrutura criada para os itens e como ela ajuda no dia a dia do trabalho.

Ao criar um item, o *Teamcenter* automaticamente cria em forma de estrutura a revisão, e neste caso é em ordem alfabética, sendo representada pela letra "A". Ao mesmo tempo são criadas as pastas abaixo da revisão, onde é armazenada toda a documentação desta revisão. A Figura 44, ilustra os níveis da estrutura de um item, de acordo com o descrito acima.

Figura 44 - Repositórios dos itens



**Fonte:** Autor (2021)

Ao finalizar a implementação deste produto, com o auxílio do fluxo, o sistema atribui à revisão uma bandeira, indicando que esta revisão foi implementada, e que seus arquivos não podem ser mais alterados, ficando disponíveis apenas para consulta.

Caso haja necessidade de efetuar qualquer alteração neste item, é necessário que uma nova revisão seja criada, mantendo assim um histórico das alterações realizadas e os arquivos independentes de cada revisão. A Figura 45 indica que há uma revisão “A” liberada para produção, e outra “B” em andamento para efetivar alterações no item.

A opção de criar várias revisões para o mesmo item, sem que uma delas esteja bandeirada, ajuda, pois, em alguns desenvolvimentos enquanto a revisão “A” está sendo desenvolvida, já é solicitado pelo cliente uma alteração de engenharia para este mesmo produto, sendo que ambas precisam ser desenvolvidas e entregues. Este processo era muito difícil de gerenciar sem este controle de revisão, pois tinha-se um arquivo único para controlar as alterações. Agora com a opção de ter um repositório para cada revisão, este processo é muito simples, pois cada revisão é submetida ao mesmo fluxo.

Figura 45 - Congelamento de revisões dos itens



PRD-00000014-MOLDURA PISO

Dono: CAROLINE MEINL NEUMANN (caroline.neumann) Modificado em: 28-Out-2021 Status de Liberação:

Visão geral Classificação Anexos Relações Relatórios

TC\_XRT\_PROPERTIES

REVISÕES

Tabela Modo de... Selecionar tudo

String do objeto	Revisão	Status de Liberação
PRD-00000014/B;1-MOLDURA PISO	B	
PRD-00000014/A;1-MOLDURA PISO	A	🚩

Fonte: Autor (2021)

Ao selecionar a revisão de um item a folha de estilo configurada é acionada, trazendo todas as propriedades e configurações criadas, conforme Apêndice B.

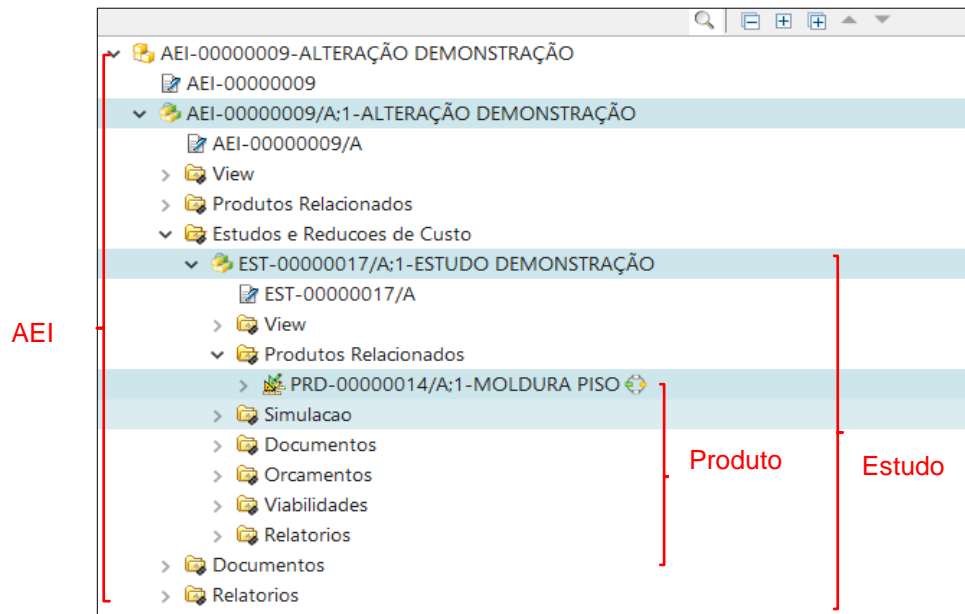
No próximo tópico é demonstrado como o *Teamcenter* auxiliou no rastreamento do ciclo de vida dos produtos.

#### 4.5.2 Gerenciamento do Ciclo de Vida

Neste tópico é abordado como a estrutura de itens auxilia no gerenciamento do ciclo de vida dos produtos. Como já comentado nos tópicos anteriores, o *Teamcenter* trabalha com relacionamentos, sendo possível relacionar um item em diversos locais sem ser necessário criar cópias deste arquivo.

Na implementação foram criados diversos itens de projetos para que fosse possível relacionar os produtos aos projetos, rastreando tudo o que acontece durante o seu ciclo de vida. A forma de relacionar um item ao outro é inserindo este item dentro dos repositórios, conforme a Figura 46. Essa imagem representa o relacionamento no *Teamcenter* versão *rack*, pois é mais visível em comparação com a versão *web*.

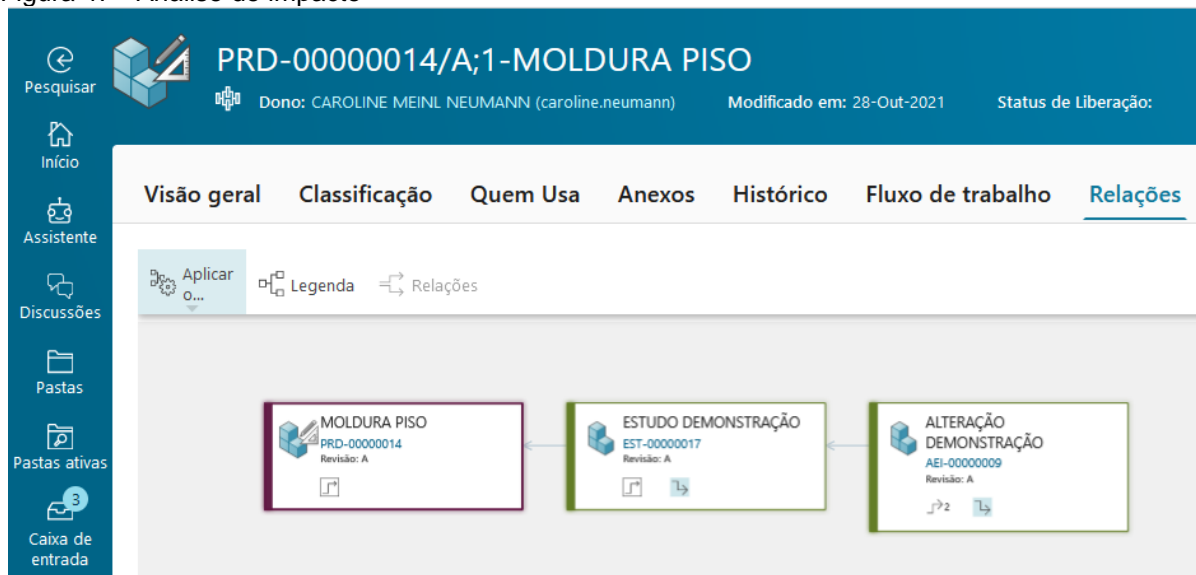
Figura 46 - Referenciamento de itens



Fonte: Autor (2021)

Após os itens estarem referenciados, o *Teamcenter* disponibiliza uma função chamada análise de impacto, onde é possível identificar todas as referências de um determinado item em forma de fluxograma, conforme Figura 47.

Figura 47 - Análise de impacto



Fonte: Autor (2021)

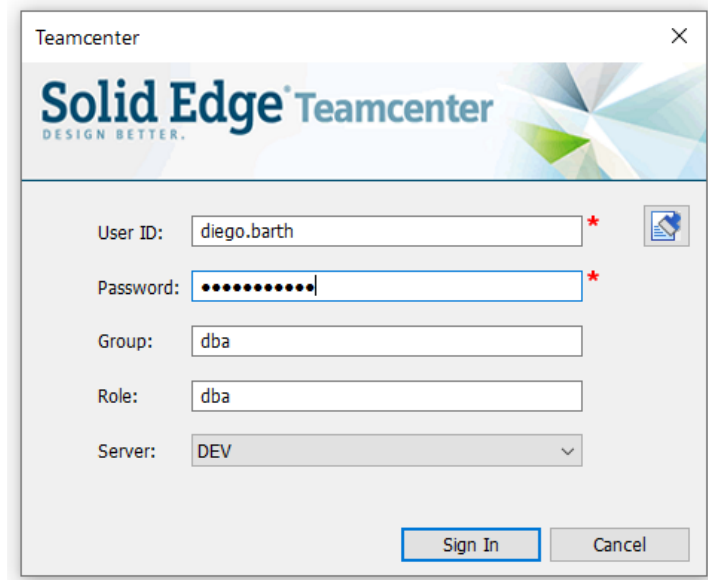
Esta função foi fundamental para agilizar pesquisas, pois o usuário não precisa estar acessando diferentes sistemas ou locais para buscar as informações, além de rapidamente ter um entendimento do ciclo de vida do produto, sendo útil para identificar onde foram cometidos erros e utilizá-los como lições aprendidas nos próximos desenvolvimentos.

### 4.5.3 Integração *Solid Edge* e *Teamcenter*

O *Solid Edge* possui um emulador no *Teamcenter* em seu ambiente, portanto não é necessário a utilização de dois ambientes (*software CAD* e *Teamcenter*), visto que ambos já estão integrados por padrão, facilitando assim o trabalho de quem projeta, onde a única ferramenta de trabalho é o *software* de desenho, sem a necessidade de ficar navegando em diferentes sistemas, ou buscando arquivos em pastas locais ou do servidor.

Para iniciar o seu trabalho, o projetista precisa abrir o *Solid Edge* e efetuar o *login*, automaticamente o sistema irá reconhecer o grupo e o papel padrão cadastrado para o usuário, conforme Figura 48.

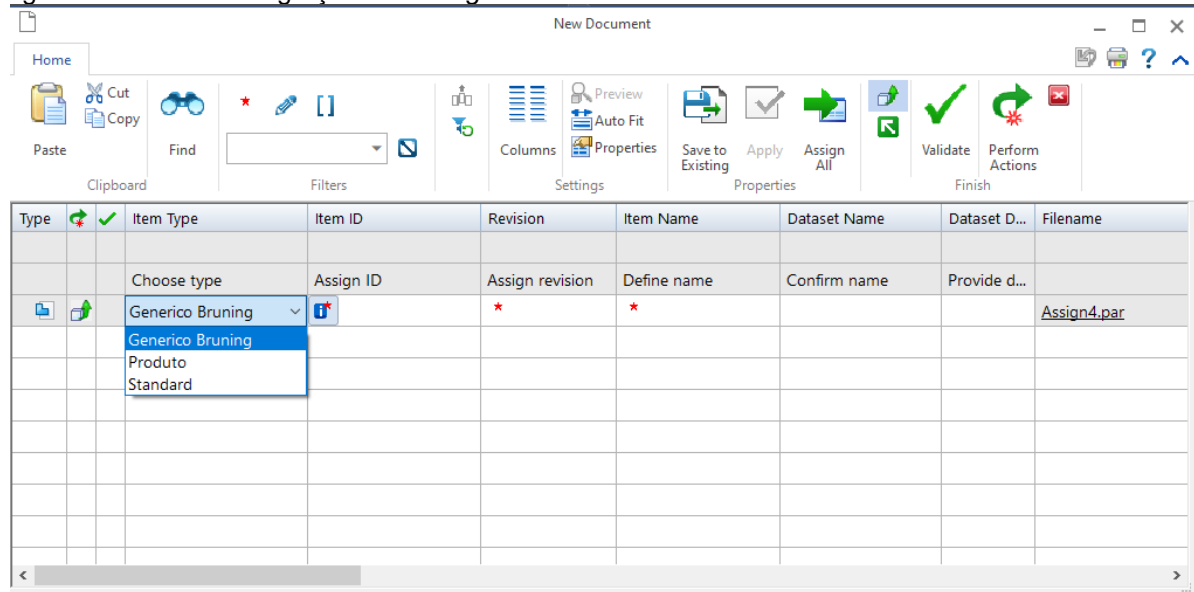
Figura 48 - Tela de *Login* do *Solid Edge*

A imagem mostra a interface de login do Teamcenter. No topo, há o logotipo 'Solid Edge Teamcenter' com o slogan 'DESIGN BETTER.' e uma imagem decorativa de triângulos coloridos. Abaixo, há campos de entrada para 'User ID' (contendo 'diego.barth'), 'Password' (com pontos para ocultar), 'Group' (contendo 'dba'), 'Role' (contendo 'dba') e 'Server' (menu suspenso com 'DEV' selecionado). Cada campo de texto tem uma pequena estrela vermelha à direita. No canto superior direito, há um ícone de ajuda. Na base, há dois botões: 'Sign In' e 'Cancel'.

**Fonte:** Autor (2021)

Após efetuar o *login*, o usuário pode trocar de grupo ou papel, caso ele esteja cadastrado em mais de um grupo, este cenário foi pensado em caso de colaboradores serem emprestados para outras áreas para cobertura de férias ou faltas ao trabalho. Ao trocar de grupo as regras de acesso são atualizadas, restringindo ou liberando acesso para a criação de novos itens no *Solid Edge*.

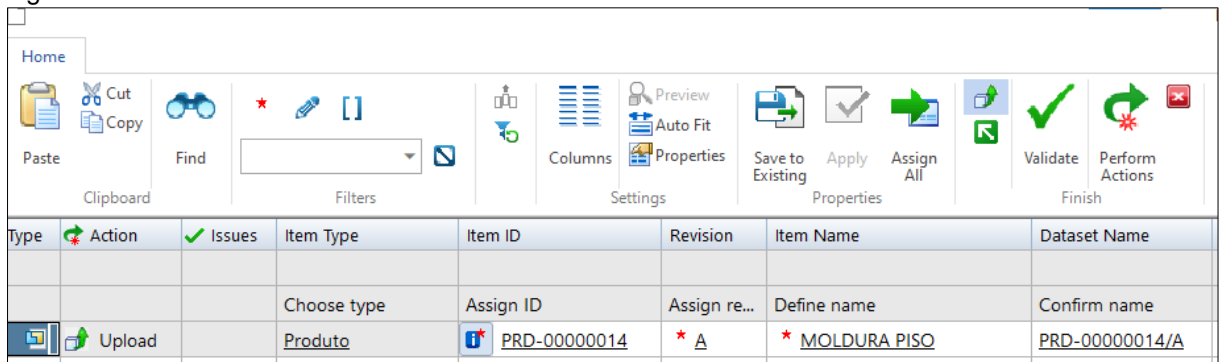
A partir deste momento o usuário está liberado para criar seu projeto, utilizando as funções padrões do *software*. Ao salvar a peça que foi criada, é mostrada uma tela de integração com o *Teamcenter*, representada na Figura 49, onde é necessário determinar qual é o tipo de item que vai ser criado, de acordo com os privilégios de cada usuário.

Figura 49 - Tela de Integração *Solid Edge* e *Teamcenter*

Fonte: Autor (2021)

Ao escolher o tipo, o *Solid Edge* gera o código e a revisão, onde o usuário precisa definir um nome, caso contrário o *software* salva com o código do item gerado, conforme Figura 50.

Figura 50 - Salvando um novo item



Fonte: Autor (2021)

Durante essa etapa é possível acessar as propriedades mapeadas no tópico 4.4.3, complementando os dados do cadastro, deixando assim todas os dados prontos para serem enviados ao formato do detalhamento, conforme o Apêndice C.

Ao finalizar o preenchimento das propriedades e salvar o item, a integração automaticamente já disponibiliza todas as informações para consulta no *Teamcenter*, conforme a Figura 51.



Figura 51 - Propriedades mapeadas no *Teamcenter*

PRD-0000014/A;1-MOLDURA PISO  
 PRD-0000001 4-MOLDU...  
 Dono: CAROLINE MEINL NEUMANN (caroline.neumann) Modificado em: 22-Out-2021 Status de Liberação: Liberado

Visão geral Classificação 3D Quem Usa Anexos Histórico Fluxo de trabalho Relações

INFORMACOES DA REVISAO DADOS CLIENTE

LISTA DE ALTERACOES DA REVISAO MODELO PARA CADASTRO

DADOS CADASTRO

Lista de Alteracoes da Revisao:

TC\_XRT\_PROPERTIES

Area:	1,822
Area de Pintura:	0
Volume:	0,0023 m <sup>3</sup>
Peso:	17,676 kg
Materia Prima:	BFQ 2,50+0,2-0 DIN EN10025 S275JRAR D.O.S.2
Acabamento Superficial:	NATURAL
HPTS:	

Fonte: Autor (2021)

A partir deste momento é possível alterar as propriedades através do *Teamcenter*, fazendo o caminho inverso da integração.

O próximo passo do processo é a criação do desenho detalhado, utilizando os formatos configurados. Automaticamente ao vincular o sólido no formato, as propriedades são vinculadas com o *Teamcenter*, preenchendo automaticamente, conforme a Figura 52.

Figura 52 - Formato recebendo informações do *Teamcenter*

Status: <b>Working</b>		Características princ. do produto: SEGURANÇA/LEGISLAÇÃO		RETILINEIDADE	—
Massa (kg): <b>17,676</b>		QT.: 0		PLANICIDADE (PLANEZA)	▭
Área (m²): / Área Pintura (m²): <b>1,822 / 0</b>		FIXAÇÃO/FUNÇÃO		CIRCULARIDADE	○
Estado de superfície:		PROCESSO C/ REGISTRO		CILINDRICIDADE	○
Esc.: <b>1:2</b>		PROCESSO		FORMA DE UMA LINHA	⌒
0 10 20		R		FORMA DE UMA SUPERFÍCIE	⌒
				PARALELISMO	//
				PERPENDICULARIDADE	⊥
				ANGULARIDADE (INCLINAÇÃO)	∠
				POSIÇÃO VERDADEIRA	⊕
				CONCENTRICIDADE E COAXIALIDADE	⊙
				SIMETRIA	≡
				BATIMENTO	↗
				BATIMENTO TOTAL	↗
BRUNING			SOLID EDGE		1° Diedro
	Data	Nome	Reproduzido do desenho do cliente:		
Des.	18/10/2021	CAROLINE MEINL NEUMANN	Código: ACX2601190 Emissão: 01		
Rev.	22/10/2021	CAROLINE MEINL NEUMANN			
Apr.	22/10/2021	MATIAS MALDANER HAHN			
Cliente: <b>AGCO</b>			Código Teamcenter / Revisão: <b>PRD-00000014/A</b>		
Descrição: <b>MOLDURA PISO</b>			Código Referência: <b>ACX2601190</b> Página: 1/1		

Fonte: Autor (2021)

Quando as propriedades ainda não foram preenchidas, o *Solid Edge* exibe um erro de referência, sendo necessário fazer o ajuste. Após a conclusão do desenho é necessário que ele seja aprovado através de um fluxo de aprovação criado, fazendo que o formato receba o nome do aprovador e a data de aprovação.

No *Teamcenter*, o usuário precisa selecionar o item que deseja solicitar aprovação e submete ele ao fluxo de trabalho desejado, conforme ilustrado na Figura 60. O aprovador recebe uma notificação solicitando a aprovação do item. Para facilitar a revisão do desenho, os arquivos são disponibilizados junto com a tarefa, onde podem ser visualizados através do visualizador do *Teamcenter*, e o aprovador tem a possibilidade de realizar comentários no desenho, sem a necessidade de utilizar o *Solid Edge*.

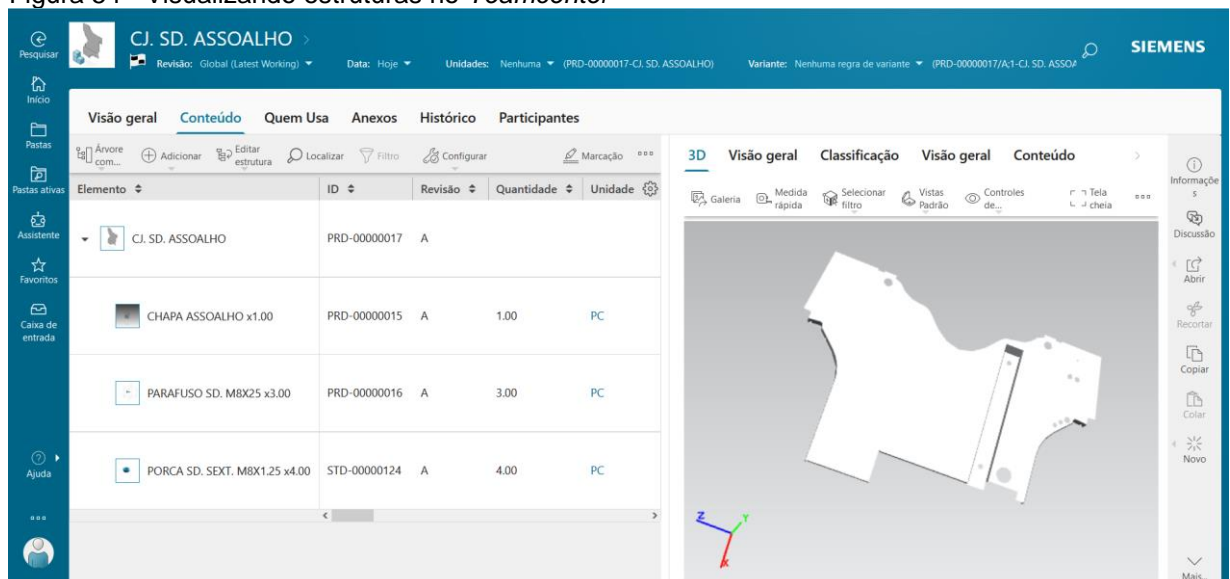
Após a aprovação, o fluxo atribui um novo status ao desenho, liberando para ele seja planejado para produção. Todas estas informações ficam armazenadas no formato do desenho detalhado, conforme Figura 53.

Figura 53 – Visualizando aprovador do desenho detalhado

Status: <b>Liberado</b>		Características princ. do produto: SEGURANÇA/LEGISLAÇÃO QT: 0		RETILINEIDADE	—
Massa (kg): <b>17,676</b>		FIXAÇÃO/FUNÇÃO QT: 0		PLANICIDADE (PLANEZA)	▭
Área (m <sup>2</sup> ) / Área Pintura (m <sup>2</sup> ): <b>1,822 / 0</b>		PROCESSO CI REGISTRO R		CIRCULARIDADE	○
Estado de superfície:		PROCESSO		CILINDRICIDADE	○
Esc.: <b>1:2</b>				FORMA DE UMA LINHA	⤴
				FORMA DE UMA SUPERFÍCIE	⤵
				PARALELISMO	//
				PERPENDICULARIDADE	⊥
				ANGULARIDADE (INCLINAÇÃO)	∠
				POSIÇÃO VERDADEIRA	⊕
				CONCENTRICIDADE E COAXIALIDADE	⊗
				SIMETRIA	≡
				BATIMENTO	↗
				BATIMENTO TOTAL	↘
Des.	18/10/2021	CAROLINE MEINL NEUMANN	Reproduzido do desenho do cliente:		
Rev.	22/10/2021	MATIAS MALDANER HAHN	Código: <b>ACX2601190</b> Emissão: <b>01</b>		
Apr.	22/10/2021	MATIAS MALDANER HAHN	Código Teamcenter / Revisão: <b>PRD-00000014/A</b>		
Cliente: <b>AGCO</b>		Código Referencia: <b>ACX2601190</b>			
Descrição: <b>MOLDURA PISO</b>		Página: 1/1			

Fonte: Autor (2021)

Em caso de conjuntos, o *Teamcenter* possui uma ferramenta chamada *Structure manager*, para fazer o gerenciamento das estruturas, onde é possível realizar a alteração de componentes, criar pré-conjuntos, realizar comparações entre estruturas, entre outras atividades sem a utilização do *Solid Edge*, conforme a Figura 54.

Figura 54 - Visualizando estruturas no *Teamcenter*

Fonte: Autor (2021)

Após esta atividade, a etapa de desenho está concluída. No próximo tópico é abordado como funciona a classificação de itens para reuso dos desenhos.

#### 4.5.4 Classificação

A classificação normalmente é feita após a conclusão do desenho, sendo o processo de classificação bem simples. Ao selecionar a revisão da peça que o usuário deseja classificar, é necessário enviá-la para a biblioteca, conforme a Figura 55.

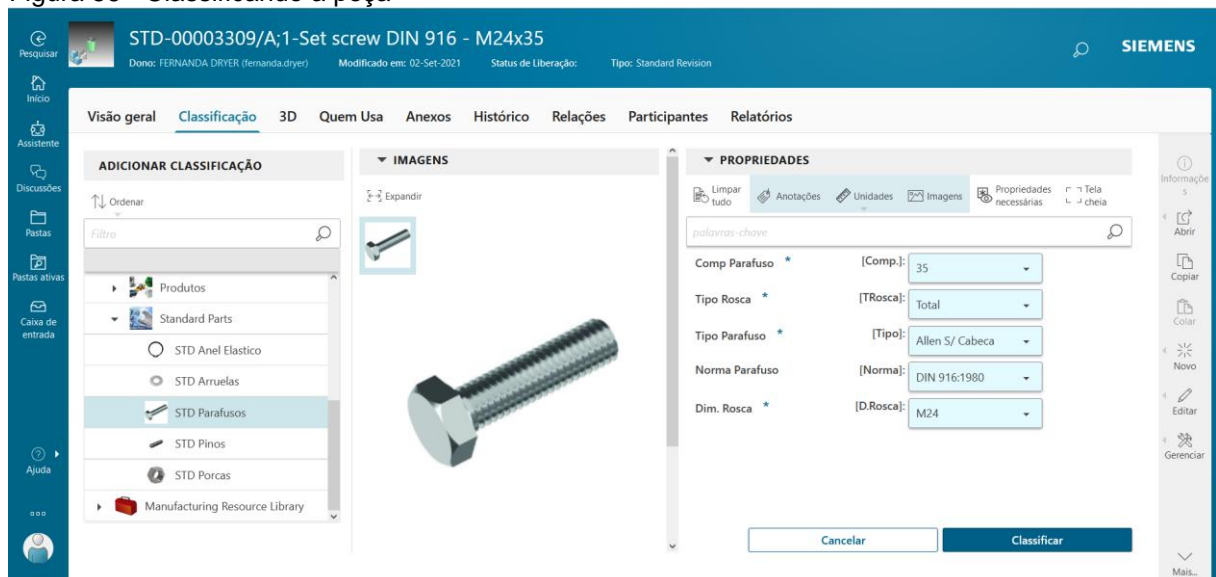
Figura 55 - Enviando item para a biblioteca



Fonte: Autor (2021)

O grupo que receberá a nova peça precisa ser informado, sendo mostrado ao usuário as propriedades criadas para classificação, obrigando o seu cadastro, conforme a Figura 56.

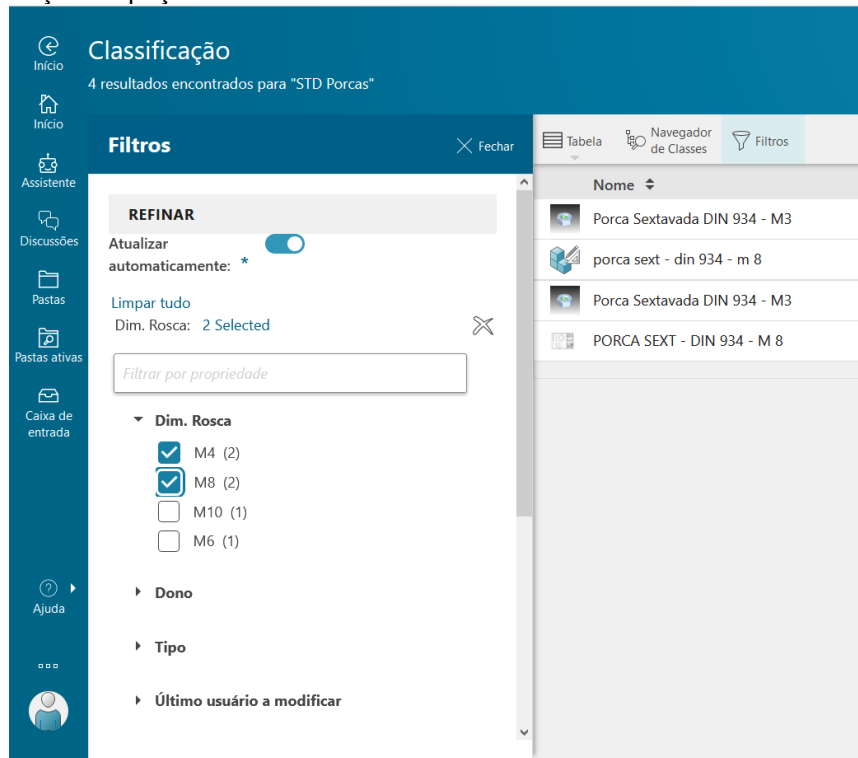
Figura 56 - Classificando a peça



Fonte: Autor (2021)

Ao concluir a classificação a peça fica disponível para consultas, sendo possível utilizar as mesmas propriedades para realizar filtros de busca dentro do *Solid Edge*. A Figura 57 ilustra a tabela de peças já classificadas.

Figura 57 - Relação de peças classificadas



Fonte: Autor (2021)

A classificação facilitou muito o trabalho de busca por peças já cadastradas, pois permite fazer pesquisas pelas características das peças e não apenas pela descrição ou nome.

#### 4.5.5 Fluxos de trabalho

Os Fluxos de trabalho foram configurados para garantir que todas as etapas necessárias para a conclusão dos processos sejam realizadas, disponibilizando acesso rápido e fácil a todas as informações e documentações necessárias para a realização das atividades, agilizando sua execução.

Qualquer usuário pode lançar um fluxo para que uma determinada atividade seja realizada. Só é possível o lançamento de um fluxo através de um objeto, como formulário ou item. Selecionando o objeto, o usuário pode enviá-lo ao fluxo de trabalho, conforme a Figura 58.

Figura 58 - Enviando objeto ao fluxo de trabalho

REC-00001322/A;1-Aparelho solda Lincoln  
 Dono: DIEGO BARTH (diego.barth) Modificado em: 21-Set-2021 Status de Liberação: Tipo: Equipamento R

**Enviar para o fluxo de trabalho** ✕ Fechar

▼ FLUXO DE TRABALHO

Modelo:  
 FLUXO

Nome: \*  
 FLUXO : REC-00001322/A;1-Aparelho solda Lincoln

Descrição:

► ATRIBUIÇÕES

DESTINOS

Selecionar tudo

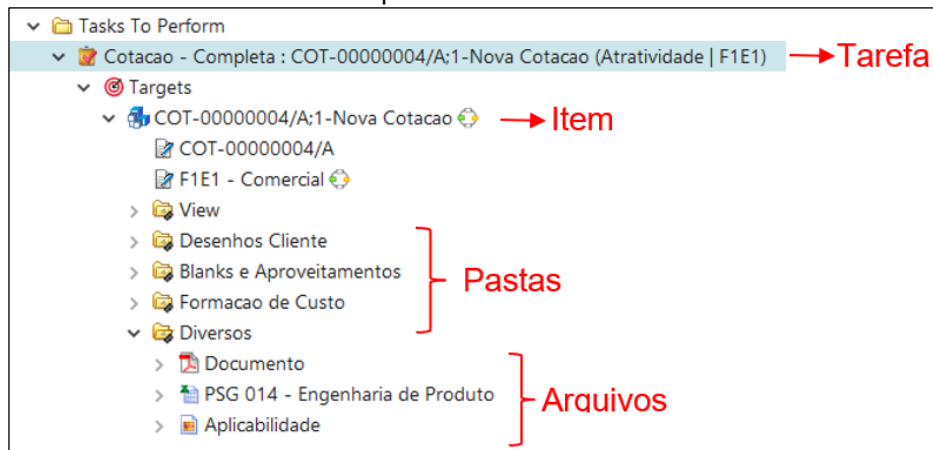
Aparelho solda Lincoln  
 REC-00001322  
 Revisão: A

Fonte: Autor (2021)

Uma lista de fluxos criados é exibida ao usuário, onde ele define para qual processo este item vai ser enviado. Na mesma tela o usuário já pode visualizar o fluxo ao qual ele está enviado o objeto, e ter um entendimento de todas as etapas deste processo.

Ao enviar o fluxo, a primeira atividade é enviada ao responsável, que pode ser visualizada na caixa de entrada localizada na página inicial do *Teamcenter*. Ao acessar a caixa de entrada, uma lista de tarefas é apresentada ao usuário. Ao expandir a tarefa que será executada, é possível visualizar o objeto que este fluxo está executando, sendo possível visualizar toda a estrutura do objeto, e consequentemente disponibilizando toda a informação já criada para ele. A Figura 59 demonstra uma atividade enviada sobre um item, sendo reaproveitada toda a estrutura criada para ele, facilitando o armazenamento e consulta das informações.

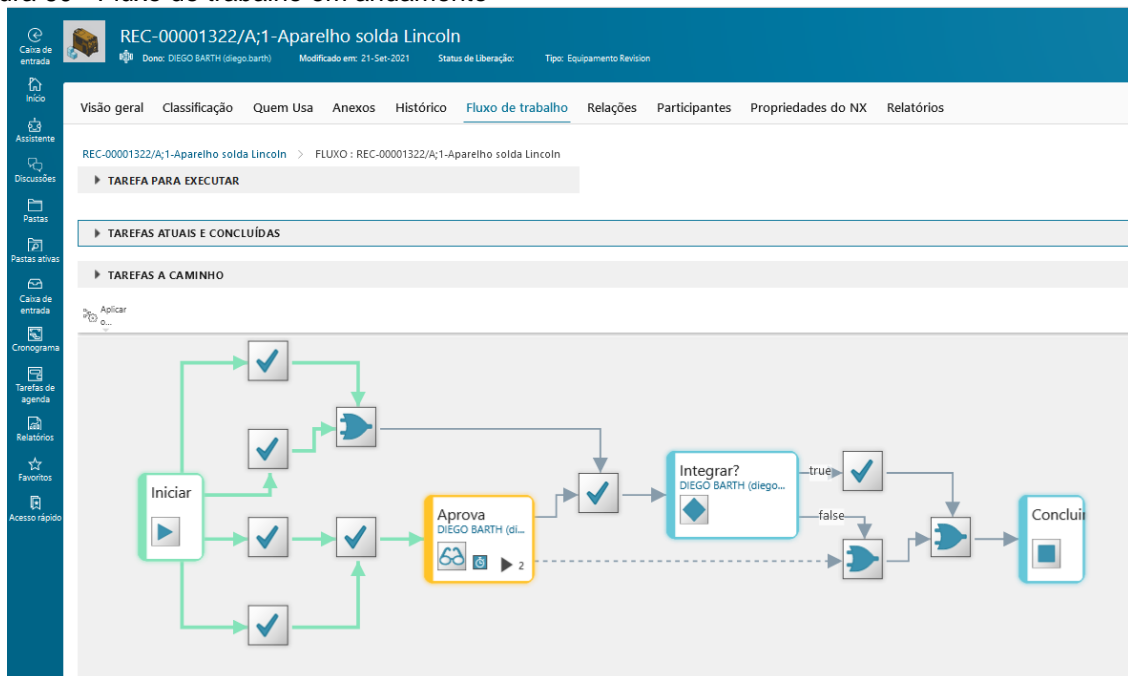
Figura 59 - Estrutura da atividade recebida pelo fluxo de trabalho



Fonte: Autor (2021)

Desta forma o próximo a receber a atividade do fluxo já consegue acessar as informações criadas e armazenadas pelas etapas anteriores, tornando todo o processo mais ágil. Durante a execução da atividade também é possível visualizar o andamento do fluxo e entender em qual etapa do processo a atividade que o usuário precisa executar se encontra, possibilitando o aprendizado referente as regras de negócio criadas, conforme Figura 60.

Figura 60 - Fluxo de trabalho em andamento



Fonte: Autor (2021)

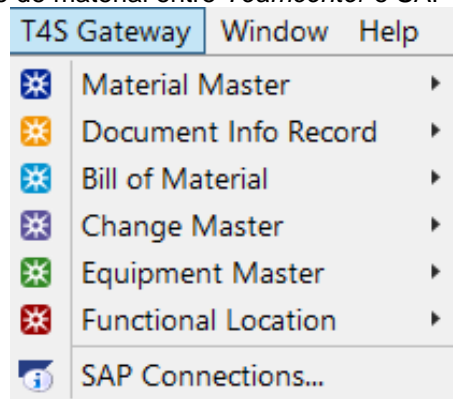
Desta forma o fluxo de trabalho facilitou a execução das atividades, permitindo que os usuários tenham a informação certa, na hora certa, para realizar as suas atividades da forma mais rápida e fácil possível.

#### 4.5.6 Integração com o SAP

A integração com o SAP pode ser realizada de duas maneiras, a primeira automática com o auxílio do fluxo de trabalho ou manual onde o próprio usuário pode executar a integração. Para melhor entendimento, foi evidenciado o processo manual de integração neste tópico.

Inicialmente o usuário necessita selecionar o item que deseja cadastrar no SAP. Na sequência é necessário informar qual o tipo de integração que vai ser realizada, dentre as opções disponíveis, conforme a Figura 61.

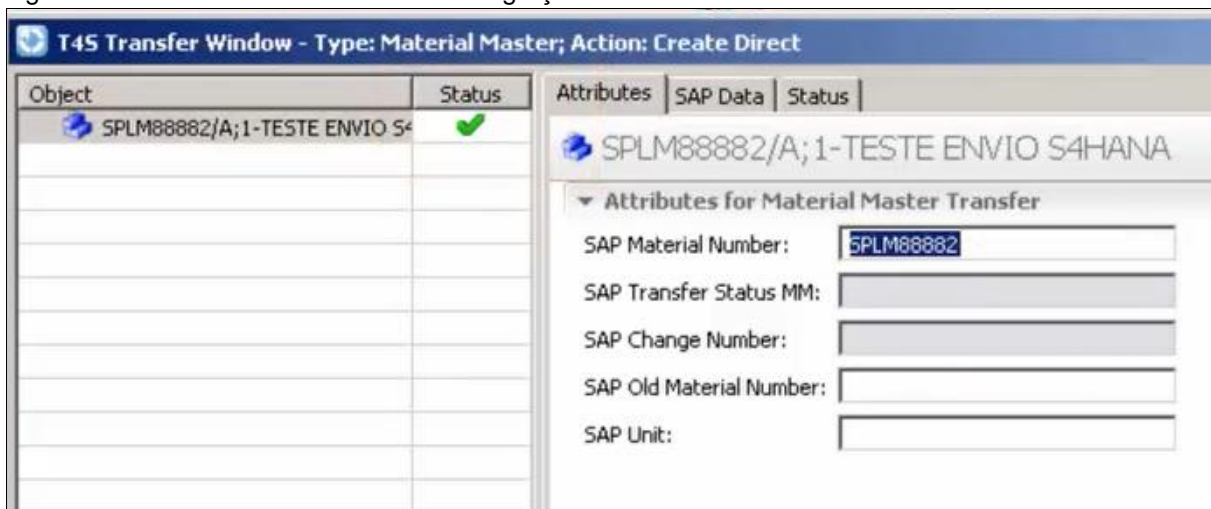
Figura 61 - Iniciando integração de material entre *Teamcenter* e SAP



Fonte: Autor (2021)

Automaticamente a integração é feita, retornando os *status* de concluída para o usuário, e informando o número do material criado, conforme a Figura 62. Após a conclusão da integração já é possível visualizar o material cadastrado no SAP.

Figura 62 – Material criado através da integração



Fonte: Autor (2021)



O processo de integração foi muito importante por dois motivos, o primeiro pela agilidade com que ele consegue cadastrar um número grande de itens, sendo possível cadastrar uma estrutura inteira em questão de segundos. O segundo motivo é pela robustez que ele oferece nos cadastros, através das regras de negócios incluídas nos *scripts* de integração, evitando que erros aconteçam.

#### 4.6 TREINAMENTOS

Essa etapa foi necessária para qualificar os colaboradores na utilização do *Solid Edge*, *Teamcenter* e a integração entre eles. Os treinamentos foram ministrados remotamente devido a pandemia (COVID-19). Foram criadas turmas primeiramente com a intenção de qualificar os usuários no uso do *Solid Edge* integrado com o *Teamcenter*, sendo prioritariamente realizado para os projetistas e desenhistas. Em um segundo momento, foi realizado um treinamento para o restante das áreas, onde foi dada maior ênfase ao *Teamcenter*, que se baseia em consumir as informações geradas nas etapas de projeto.

Ao finalizar os treinamentos de qualificação, foram escolhidos alguns colaboradores chaves de cada área para serem os multiplicadores de conhecimento dentro de suas áreas. Estas pessoas efetuaram simulações com os *softwares*, auxiliaram na validação do ambiente, e se aprofundaram nas ferramentas, deixando tudo pronto para a liberação.

#### 4.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de analisar os benefícios da implementação da ferramenta do *Teamcenter*, foram feitas análises comparativas, dividindo-se estas em dois grandes tópicos designados como resultados qualitativos e quantitativos.

##### 4.7.1 Resultados Qualitativos

Neste tópico buscou-se realizar análises comparativas dos processos antes e depois da implementação da ferramenta, de modo qualitativo, evidenciando visualmente as melhorias incorporadas na empresa.

#### 4.7.1.1 Organização dos Arquivos

Conforme já descrito anteriormente no tópico 4.2.1, a empresa organizava seus por processos, sendo que cada área possuía seu diretório, gerando um certo trabalho quando era necessário compilar essas informações para a realização de uma análise, ocasionada pela dificuldade de acesso à informação, obrigando que determinados documentos fossem solicitados à estas áreas. A Figura 63 demonstra como era armazenadas informações por processo.

Figura 63 – Modelo antigo: Gerenciamento de arquivos por processo

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
📁 Cotacoes_2009	29/02/2016 09:46	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2011	29/02/2016 09:50	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2012	29/02/2016 09:51	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2013	29/02/2016 09:55	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2014	10/06/2017 06:49	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2015	01/12/2016 10:17	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2016	24/05/2018 13:56	Pasta de arquivos	
📁 Cotacoes_2017	29/10/2019 08:38	Pasta de arquivos	
📁 Cotações_2018	26/11/2018 14:12	Pasta de arquivos	
📁 Cotações_2019	17/02/2020 17:51	Pasta de arquivos	
📁 Cotações_2020	14/12/2020 12:28	Pasta de arquivos	
📁 Cotações_2021	16/08/2021 08:30	Pasta de arquivos	
📁 Fotos	29/02/2016 09:58	Pasta de arquivos	
📁 Normas	12/08/2016 17:22	Pasta de arquivos	

**Fonte:** Autor (2021)

Após a implementação do *Teamcenter*, houve uma padronização no armazenamento da documentação, sendo ela feita por itens, eliminando a necessidade de garimpar as informações nos diretórios da rede. O controle de acesso passou a ser por itens, onde todos os usuários do *Teamcenter* possuem acesso de visualização. A Figura 64 ilustra o gerenciamento de arquivos sendo feito por itens.

Figura 64 - Modelo atual: Organização dos arquivos por item



**Fonte:** Autor (2021)

Os ganhos dessa alteração foram a agilidade com que uma informação pode ser acessada e editada. Com o auxílio dos *dataset's*, o usuário pode editar estes arquivos diretamente do *Teamcenter*, através da integração entre os *softwares*.

#### 4.7.1.2 Gerenciamento das Revisões

O tópico 4.2.1 também abordou a maneira como as revisões eram feitas, onde as modificações eram realizadas sobre o mesmo arquivo, eliminando qualquer possibilidade de reutilizar desenhos em versões anteriores. A única possibilidade era consultar um breve histórico no desenho detalhado das peças, onde era armazenado o código do projeto que implementou essa alteração, juntamente com as características da peça que foram alteradas, conforme ilustrado no Quadro 4. Caso fosse necessário buscar mais informações, era necessário acessar o projeto e/ou diretórios.





Quadro 4 – Modelo antigo: Gerenciamento de revisões

Em.	A.E.	Emissão Cliente	Data	Pos.	Descrição da Alteração	Nome
a	--	☒	02.01.1990	--	Liberado.	IVAR
b	11982	☒	25.05.2011	☒	REDESENHADO EM SOLID EDGE	CARLOS
				6 E	DIM 117±0.8 ERA 97±0.8	
				☒	AJUSTE DE PROCESSO	
c	16726	☒	13.02.2017	11 D	ALT. COMP. PORCA SEXT. M8 ISO	MATIAS
				☒	4032 8.8 Z.A (216321) ERA PORCA	
				☒	SEXT. M8 DIN934-8 PT (215236)	
				☒	AJUSTE DE PROCESSO	

Fonte: Autor (2021)

O controle de revisão com o *Teamcenter* possibilitou armazenar os arquivos relativos de cada revisão bem como toda a sua documentação de forma independente, sendo possível reutilizar estes arquivos caso fosse necessário no futuro, conforme Figura 65.

Figura 65 - Modelo novo: Gerenciamento de revisões

REVISIONS	
Compare	Selection Mode <input checked="" type="checkbox"/> Select All
	
PRD-00000096/A;1-REFORÇO MAIOR DIR.	PRD-00000096/B;1-REFORÇO MAIOR DIR.
Object String	PRD-00000096/A;1-REFORÇO MAIOR DIR. PRD-00000096/B;1-REFORÇO MAIOR DIR.
Revision	A B
Release Status	 
Date Modified	07-Oct-2021 22-Sep-2021
Last Modifying User	DIEGO BARTH (diego.barth) DIEGO BARTH (diego.barth)

Fonte: Autor (2021)

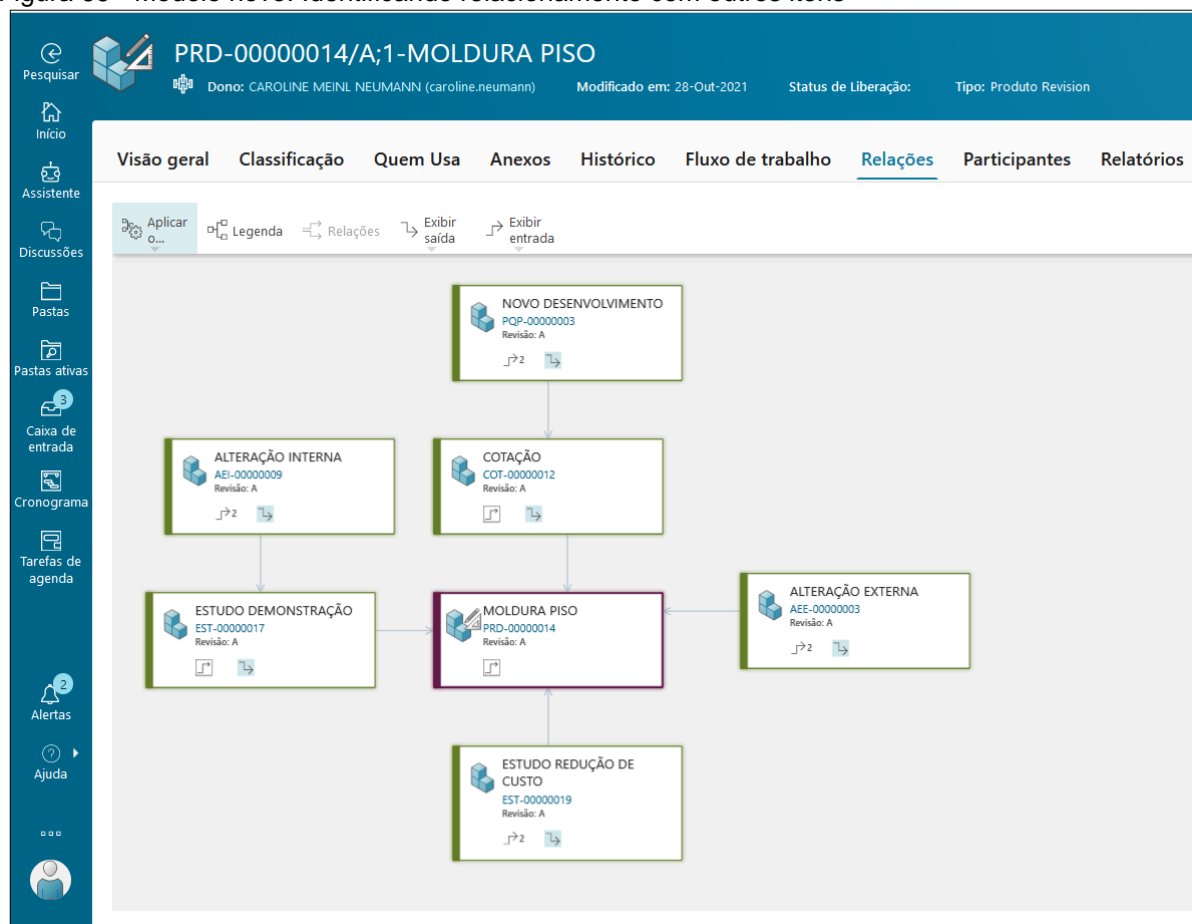
Esta metodologia auxiliou a ter um histórico das alterações feitas nas peças, e permite diferenciar versões diferentes de arquivo através da revisão. O controle das revisões permite disponibilizar um desenho a produção, enquanto vai trabalhando em outros, evitando que desenhos não autorizados sejam utilizados por engano, e que depois podem acabar gerando sucateamento de peças.

#### 4.7.1.3 Análise de Impacto

Um dos grandes motivos para a empresa optar por implementar o PLM foi pela possibilidade de rastrear o ciclo de vida do produto. Antes do *Teamcenter*, para rastrear a vida de um produto, era necessário pesquisar sobre a peça em diferentes sistemas, pois cada etapa era gerenciada por um *software*, ou tipo de projeto diferente.

Com a implementação, através das relações criadas pelos itens, é possível identificar quais os meios de fabricação utilizados para fabricar determinado produto, e rapidamente chegar à documentação destes itens quando necessário, conforme Figura 66.

Figura 66 - Modelo novo: Identificando relacionamento com outros itens



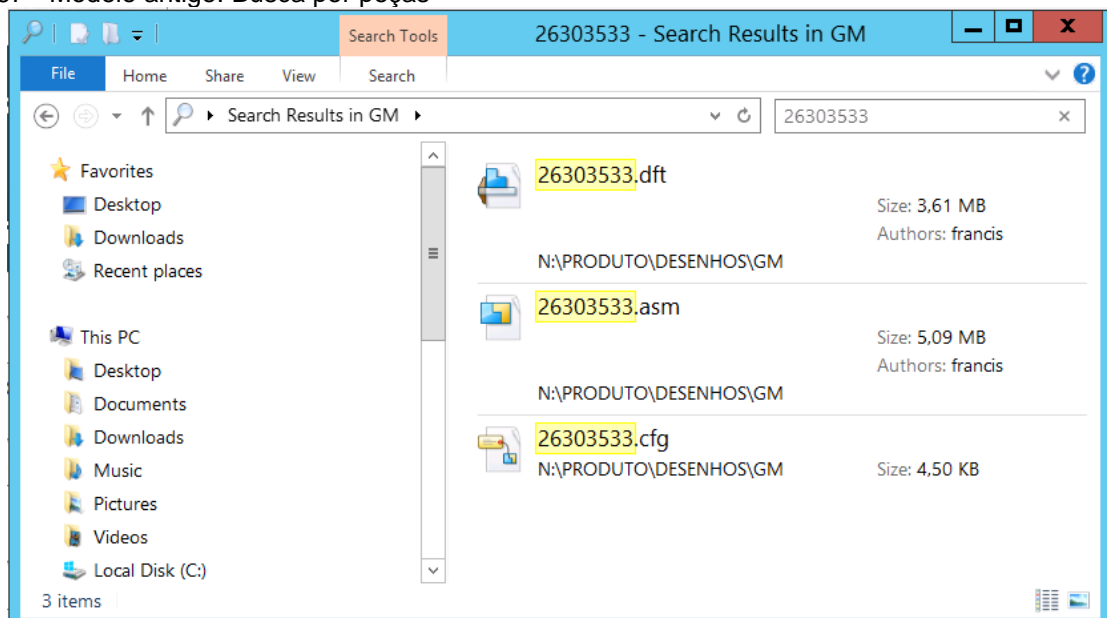
Fonte: Autor (2021)

Essa ferramenta agilizou muito o processo de análise de alterações, e na busca por oportunidades de melhorias, pois todas as informações estão compiladas no item, descartando o acesso a vários sistemas para chegar na mesma informação.

#### 4.7.1.4 Reuso da Informação

Para a reutilização de peças, tanto em montagens, quanto em alterações, havia-se a possibilidade de encontrá-las através do nome gravado no arquivo, exigindo que buscas fossem feitas por estes arquivos nos diretórios de rede, conforme Figura 67. Este processo em determinados diretórios poderia levar um longo tempo, em decorrência da quantidade de arquivos localizados nestas pastas, e necessitava obrigatoriamente que o usuário soubesse o diretório onde este arquivo estivesse localizado.

Figura 67 - Modelo antigo: Busca por peças

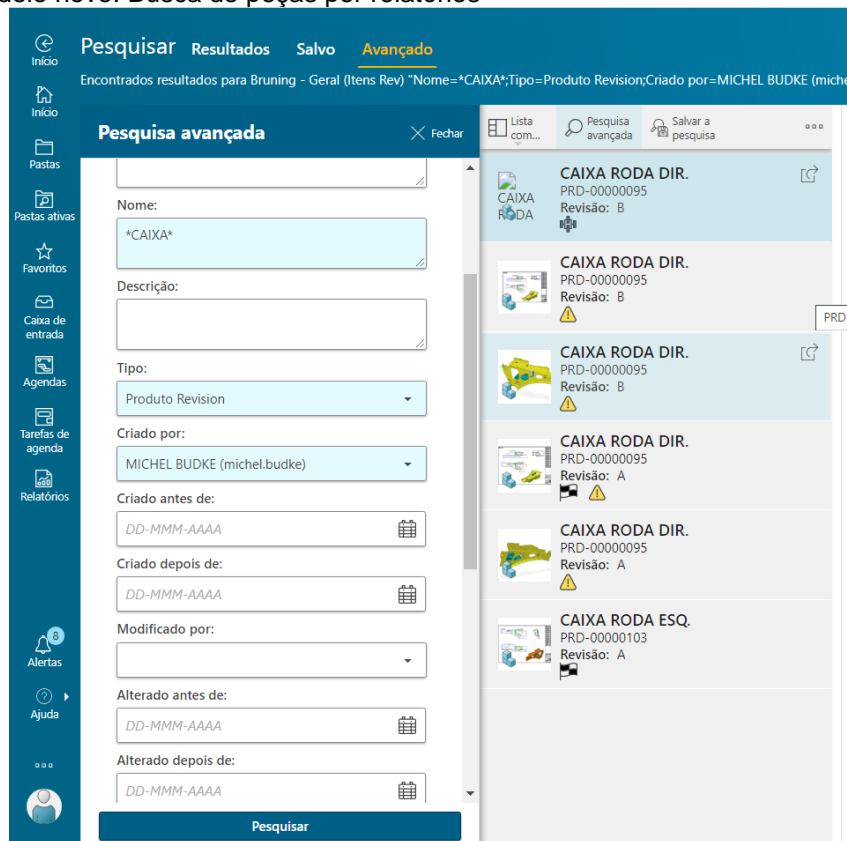


Fonte: Autor (2021)

Quando o usuário não localizava o diretório, era comum fazer buscas no SAP, tentando localizar pistas de onde este arquivo pudesse estar localizado, como por exemplo o nome do cliente, ou o número do projeto que este item foi desenvolvido.

O *Teamcenter* possibilitou que peças sejam encontradas através de várias propriedades dos arquivos, como aprovador, criador, data de criação, data de modificação, tipo de item, entre outros, conforme demonstrado na Figura 68.

Figura 68 - Modelo novo: Busca de peças por relatórios



Fonte: Autor (2021)

A segunda opção é localizar peças através de suas características geométricas com o ajuda da classificação, conforme ilustrado na Figura 69, onde estava sendo realizada uma busca por porcas através do diâmetro de rosca.

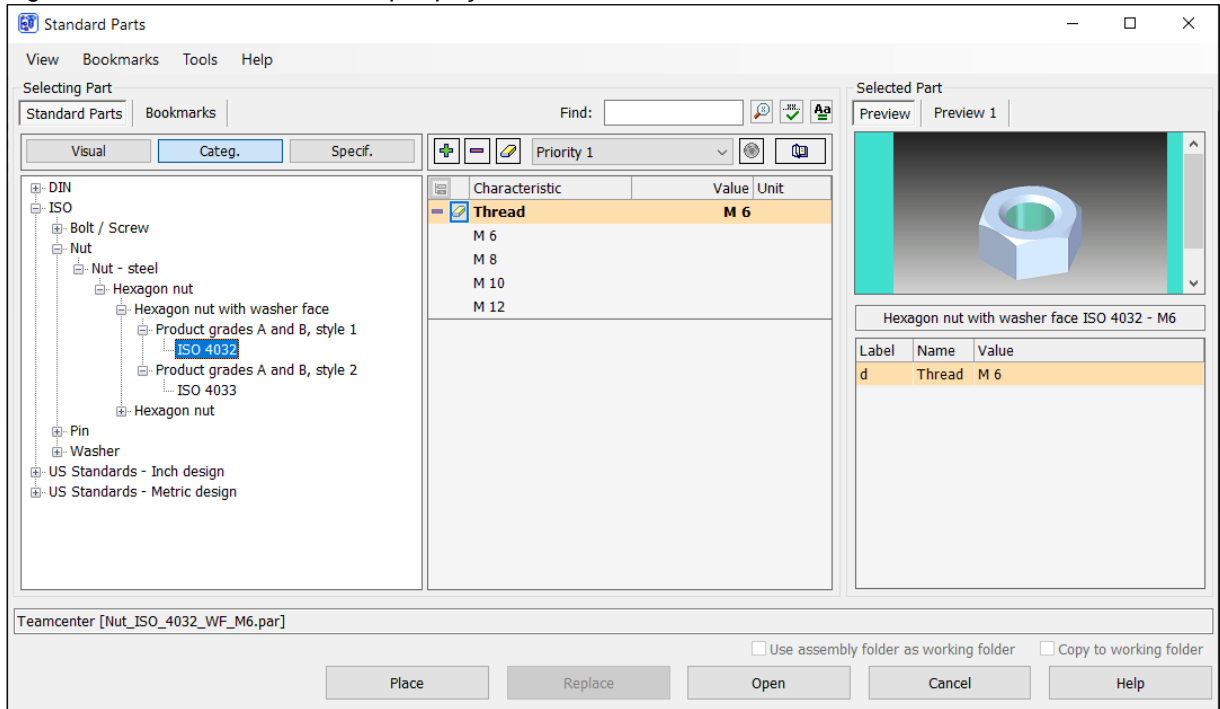
Figura 69 - Modelo novo: Busca de peças pela biblioteca de classificação



Fonte: Autor (2021)

A terceira opção é utilizar as bibliotecas para criar desenhos baseados em normas, conforme a Figura 70. Neste caso, basta escolher o item de acordo com a norma, que ao utilizá-lo na montagem o sistema já disponibiliza a peça já cadastrada no *Teamcenter*, evitando duplicidade de cadastros.

Figura 70 - Modelo novo: Busca por peças usando bibliotecas



Fonte: Autor (2021)

Os principais benefícios destas atividades são a redução de atividades sem valor agregado e a agilidade para buscar as informações e criar peças ou conjuntos. No tópico 4.7.2.1, são abordados os impactos relacionados ao tempo ganho no reuso das informações.

#### 4.7.1.5 Gerenciamento de Estruturas

O gerenciamento de estruturas era feito pelo SAP, que gerenciava basicamente o código das peças e suas quantidades na estrutura, e não tinha controle de revisão, sendo possível comparar uma estrutura com a estrutura de outro produto, mas nunca a estrutura de um mesmo produto em revisões diferentes. Para uma análise comparativa gráfica era ainda necessário a utilização do *software* de desenho, em conjunto com o ERP. A Figura 71 demonstra o comparativo de estruturas do SAP.



Figura 71 - Modelo antigo: Gerenciamento de estrutura no SAP

**Comparação de listas técnicas: resultado (diferenciado)**

LisTécPrimária-Lista técnica do material

Material: DQ101423C  
 Aplicação: PP01  
 Alternativa:  
 Centro: 1101  
 Data: 23.10.2021  
 Quantidade de alocação: 1.000

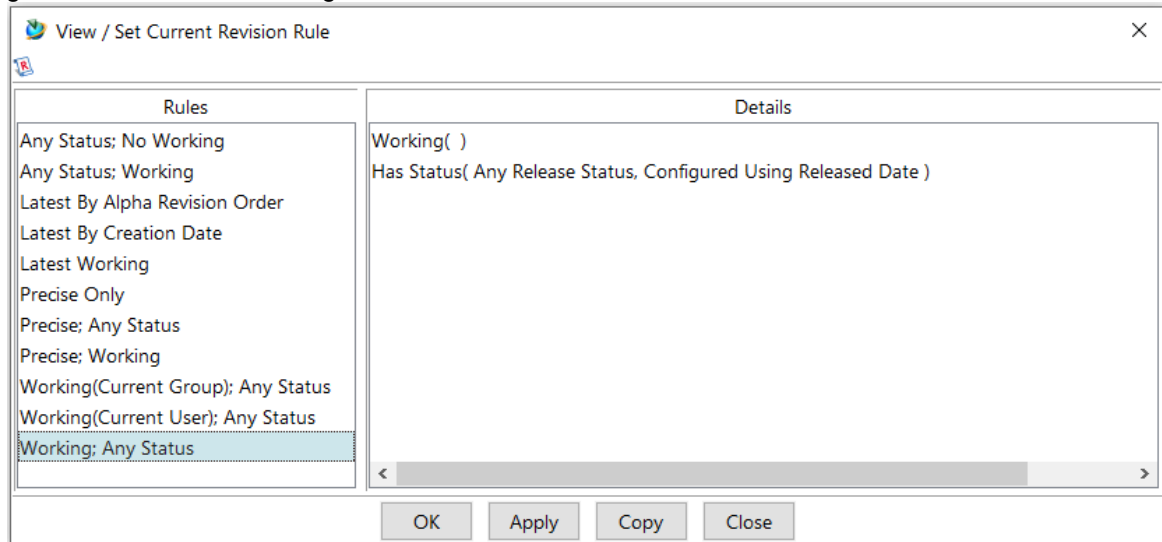
O	Nº componente	Texto breve objeto	Quantidade	UM	Ní		Quantidade	UM	Ní
	HXE10854C	Travessa	1	PC	3		1	PC	3
	000000000000127698	Cgt 9,50X1150X2750 Astm A572 G...	59,605	KG	4		59,605	KG	4
	HXE13143C	Tubo	1	PC	2		1	PC	2
	AB006598F	Tub Aco Red 88,9X8,00X6000 Des...	4,344	KG	3		4,344	KG	3
	HXE14438C	Reforço	2	PC	2				
	000000000008000035	Blank Bgt 6,3X1200X3000 Astm-A1...	2,124	KG	3				
	000000000000127728	Bgt 6,3X1200 Astm-A1018-10-Hslas...	2,124	KG	4				
	HXE35645C	Reforço	2	PC	2		2	PC	2

Fonte: Autor (2021)

O gerenciamento de estruturas feito no *Teamcenter*, possibilita que quando alterações sejam feitas na estrutura, o usuário já possa ver graficamente o resultado na peça. Através dele também é possível realizar comparações entre peças, conforme o Apêndice D, tornando a atividade muito mais interessante para a engenharia.

Através destas estruturas o usuário também pode determinar qual as regras de revisão que ele deseja visualizar nas peças, retornando diferentes resultados. Cada área precisa gerenciar a estrutura de um jeito diferente, por exemplo, a Engenharia de Produto precisa ver qual a última revisão liberada para cada componente, e ver se há novas revisões em andamento, enquanto a Engenharia de Processos precisa visualizar somente a estrutura final que será implementada para a produção. Desta maneira as regras de revisão permitem que o usuário escolha como ele deseja gerenciar sua estrutura, aplicando umas das regras ilustradas na Figura 72.

Figura 72 - Modelo novo: Regras de revisão



Fonte: Autor (2021)

O *Teamcenter* tornou esta atividade muito mais aderente as necessidades da engenharia, trazendo um ganho muito grande principalmente para as áreas de projeto que não tinham a possibilidade de gerenciar as estruturas desta maneira. Através das integrações é possível enviar a estrutura rapidamente para o SAP, deixando os dois ambientes espelhados, sendo que a produção utiliza o ERP, enquanto a engenharia utiliza o *Teamcenter*.

#### 4.7.1.6 Integração com o SAP

Conforme abordado brevemente no tópico 4.5.6, a integração com o SAP era feita através de *scripts* executadas no *Excel*. Embora não houvesse a necessidade de cadastrar manualmente as informações no SAP, o usuário precisava transcrever os dados do desenho para a planilha, informar as informações faltante para depois executar a ação de cadastrar. Durante esse processo havia muitas maneiras de ocorrer erros nos cadastros, conforme demonstrado na Figura 73, pois ainda dependia de muita interferência dos usuários para realizar a atividade.

Figura 73 - Modelo antigo: Integração com o SAP

**SAP GUI Scripting Example**

S4Q430

0/4

Start Script

Pai	Cti	Filho	Qtd.	Status
2559763W91	L	2559780w1	1	2 Completed
2559763W91	L	AB005754	11	2 Completed
AB005754	L	111899	0,066	1 Processing...
2559780W1	L	122882	1,411	0 Pending

Fonte: Autor (2021)

Após a implementação do *Teamcenter*, o fluxo de cadastro de materiais é lançado com o auxílio do fluxo de trabalho, que vai passando por todas as áreas recolhendo as informações necessárias, sendo elas preenchidas na folha de estilo do item, conforme Figura 74. Muitas informações já vêm preenchidas do próprio desenho, não sendo necessário realizar este retrabalho.

Figura 74 - Modelo novo: Preparando material para a integração com o SAP

PRO-0000039/A;3-Teste Integracao SAP

Owner: DIEGO BARTH (diego.barth) Date Modified: 22-Oct-2021 Release Status: Type: Prototipo Revision

Overview Classification Where Used Attachments History Workflow Relations Participants Reports

INFORMACOES DA REVISAO

PROPERTIES

DADOS CLIENTE

DADOS CADASTRO SAP

Modelo para Cadastro: ZHA1-AUTOMOTIVO

Grupo Mercadorias: 11081 - Celeron - Chapa

Setor de atividade: Agricola

Deposito: 2003 - Fer. Desenvolv.

Lote: 100

NCM:

Utilizacao: Continuacao processamento

Origem de material: Nacional

Fonte: Autor (2021)

Após todas as informações estarem disponíveis, o fluxo executa o cadastro, chamando o *script*, que por sua vez faz o *login* no SAP e depois executa a integração, respeitando todas as regras de negócio determinadas no *script*, conforme Figura 75.

Figura 75 – Modelo novo: Integrando material com o SAP

The screenshot displays a SAP project workspace for 'PRO-0000039/A;3-Teste Integracao SAP'. The interface includes a navigation sidebar on the left with options like 'Início', 'Assistente', 'Discussões', 'Pastas', 'Pastas ativas', 'Caixa de entrada', 'Cronograma', 'Tarefas de agenda', 'Relatórios', 'Favoritos', and 'Acesso rápido'. The main area shows a 'Fluxo de trabalho' (Workflow) tab with a table of tasks and a visual workflow diagram.

Tarefa	Status	Executor	Data limite	Data de término	Comentários
SAP_MM_UPDATE	Concluído	DIEGO BARTH ...		25-Out-2021	
SAP Logon Task	Concluído	DIEGO BARTH ...		25-Out-2021	

Below the table, a workflow diagram shows the sequence: 'Iniciar' (Start) → 'SAP Logon Task' (Executed by DIEGO BARTH) → 'SAP\_MM\_UPDATE' (Executed by DIEGO BARTH) → 'Concluir' (End). Each task box includes a checkmark icon indicating completion.

Fonte: Autor (2021)

Essa alteração permitiu eliminar a atividade de preparar os dados que já estavam disponíveis antes da integração, uma vez que é possível recuperar os dados de qualquer local do *Teamcenter*. Também foi possível diminuir erros de cadastro, pois o processo tornou-se mais robusto, sendo que o sistema foi preparado para evitar erros que os usuários possam cometer. Da mesma maneira foi possível reduzir consideravelmente o tempo de cadastro, uma vez que a partir dos dados disponíveis, é possível cadastrar uma estrutura inteira em questão de minutos.

#### 4.7.1.7 Realização das atividades de desenvolvimento

Anteriormente não existia um sistema único para realização e controle das atividades de desenvolvimento, alterações de engenharia, realização de cotações, estudos etc. Exigia-se que o usuário navegasse em diferentes aplicações para a realização das suas atividades de engenharia. Primeiramente o usuário acessava os relatórios do *PowerBI*, para buscar suas pendências, conforme Figura 76.

Figura 76 - Modelo antigo: Consultando atividade no *PowerBI*

The screenshot shows a dark-themed dashboard with several filter sections:

- TIPO PROJETO:** Dropdown menu with 'Todos' selected.
- POSTO:** Dropdown menu with 'Todos' selected.
- STATUS ATIVIDADE:** Dropdown menu with 'Todos' selected.
- PROJETO:** Search input field with a magnifying glass icon.
- SUPERVISOR:** Dropdown menu with 'Todos' selected.
- STATUS ANDAMENTO:** Dropdown menu with 'Todos' selected.
- DESCRIÇÃO PROJETO:** Search input field with a magnifying glass icon.
- ATIVIDADE:** Search input field with a magnifying glass icon.

Fonte: Autor (2021)

Num segundo momento, a partir da lista exibida, o usuário precisava acessar o SAP, e buscar o projeto ao qual aquela atividade estava atrelada, e visualizar as orientações para sua execução, conforme Figura 77.

Figura 77 - Modelo antigo: Visualizando atividades no SAP

The screenshot shows the SAP Project Builder interface for project PQP-000036. The main content is a table with two columns: 'Estrutura de projeto: denominação' and 'Identificação'.

Estrutura de projeto: denominação	Identificação
• Elaborar Metodo de Embalamento	4003927 0100
• Abertura de Projeto de Dispositivos	4003927 0110
• Requisição de Compra de Materiais	4003927 0120
• Simulações	4003927 0130
• Abrir Projeto de Embalagens	4003927 0140
• Análise Capacidade Fábrica	4003927 0150
• Layout das Instalações	4003927 0160
• Estudo de Fluxo	4003927 0170

Fonte: Autor (2021)

Quando algum documento precisava ser editado ou gerado, o usuário acessava o local da rede destinado ao projeto determinado, e consultava ou criava um documento, conforme Figura 78. Porém, não se havia uma padronização, sendo que documentos eram salvos em diversos locais, fazendo que alguns documentos não estivessem disponíveis no repositório do projeto quando necessário.

Figura 78 - Modelo antigo: Salvando documentos de projetos

Nome	Data de modificação	Tipo
AEE-375 (Incremento Prod. Pacote 4)	16/08/2021 17:25	Pasta de arquivos
AEE-381_Alteração Overlap - 2458	13/08/2021 16:22	Pasta de arquivos
AEE-390_Caixa da roda - 2514	18/08/2021 17:37	Pasta de arquivos
PQP-000036 - Eixo Traseiro	19/08/2021 09:44	Pasta de arquivos
PQP-534 (Travessa do Teto)	19/07/2021 15:56	Pasta de arquivos
Tango	13/06/2021 14:16	Pasta de arquivos

Fonte: Autor (2021)

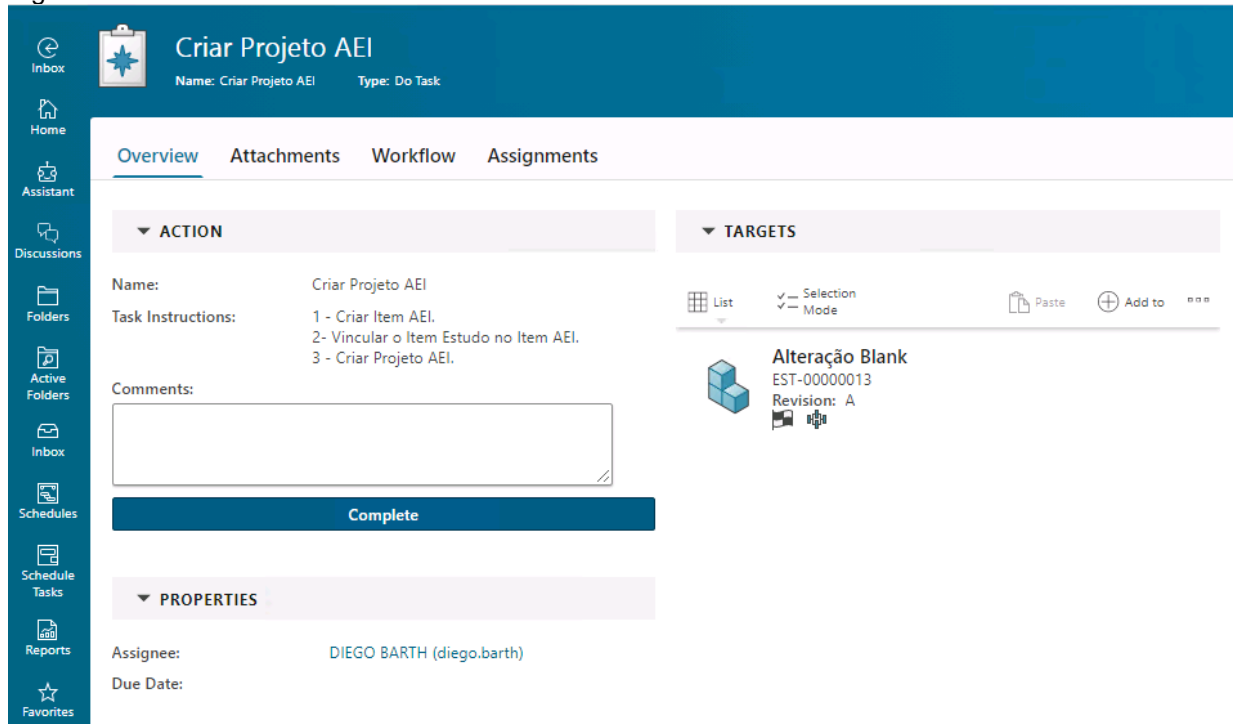
O *Teamcenter* possibilitou ter um local único para recebimento das demandas, similar a uma caixa de *e-mail*, conforme Figura 79.

Figura 79 – Modelo novo: Acessando caixa de tarefas do *Teamcenter*

Fonte: Autor (2021)

Ao acessar a atividade do fluxo que o usuário deseja trabalhar, o sistema disponibiliza o item ao qual esta tarefa está sendo solicitada, conforme Figura 80, e através da estrutura deste item o usuário tem acesso a toda a documentação já nele anexada.

Figura 80 – Modelo novo: Visualizando atividade no *Teamcenter*



**Fonte:** Autor (2021)

Essa mudança permitiu que os usuários recebam a informação certa na hora certa, sem necessidade de acessar vários sistemas. Como consequência, houve uma redução no tempo para realizar essa atividade, que será evidenciada no tópico 4.7.2.2. O fluxo de trabalho também permitiu que os processos não fossem mais esquecidos, pois facilmente o usuário tem acesso à suas regras de negócio, tornando este conhecimento de propriedade da empresa.

#### 4.7.2 Resultados Quantitativos

Neste tópico buscou-se realizar análises quantitativas dos processos, através da tomada de tempos, como estimativa dos possíveis ganhos, comparando os processos antes e após a implementação da ferramenta. A geração destes dados não pode ser gerada de maneira sistêmica, portanto foram selecionados alguns usuários para fazer as simulações e tomadas dos tempos. Também não é possível afirmar que estes ganhos serão concretizados, pois para chegar a tal definição será necessário acompanhar e medir essas informações por um período mínimo de 1 a 2 anos, e depois comparar com as informações contidas no SAP dos anos antecedentes a esta implementação.

#### 4.7.2.1 Localização de Arquivos

Num primeiro momento, foram realizadas simulações buscando arquivos de desenho em diretórios com o objetivo de reutilizá-los no *Solid Edge*. Foram passados cinco códigos para cada participante, que precisavam encontrar estes arquivos tanto nos diretórios da rede quanto no *Teamcenter*, localizando-os apenas pelo nome do arquivo. O resultado dos tempos mensurados está na Tabela 1.

Tabela 1 - Tomada de tempos na pesquisa por arquivos

TEMPOS	TEAMCENTER						WINDOWS					
	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total
Peça												
Material 01	47,00	27,00	31,00	42,00	32,00	<b>179,00</b>	92,00	226,00	273,00	102,00	52,00	<b>745,00</b>
Material 02	24,00	26,00	27,00	35,00	42,00	<b>154,00</b>	129,00	50,00	90,00	50,00	89,00	<b>408,00</b>
Material 03	18,00	23,00	17,00	27,00	29,00	<b>114,00</b>	42,00	80,00	101,00	72,00	124,00	<b>419,00</b>
Material 04	32,00	18,00	19,00	25,00	23,00	<b>117,00</b>	302,00	313,00	264,00	142,00	300,00	<b>1321,00</b>
Material 05	58,00	17,00	24,00	20,00	24,00	<b>143,00</b>	210,00	130,00	126,00	68,00	30,00	<b>564,00</b>
	Média Segundos:					<b>141,40</b>	Média Segundos:					<b>691,40</b>
	Total Minutos:					<b>2,36</b>	Total Minutos:					<b>11,52</b>
	Total Horas:					<b>0,04</b>	Total Horas:					<b>0,19</b>

Fonte: Autor (2021)

Através dessa cronometragem, foi possível determinar que houve uma redução de 80% no tempo necessário para localizar um arquivo. Para possibilitar uma compreensão maior da dimensão da melhoria, a média dos tempos cronometrados, foi multiplicada pelo número de desenhos criados no ano de 2020, e depois divididos por 251 dias úteis do ano, e o resultado obtido foi que era necessário ter 4,1 colaboradores apenas localizando arquivos todos os dias com a pesquisa no *Windows*, enquanto no *Teamcenter* este número reduziu para 0,8. Para monetizar essa redução, foi multiplicado o número de pessoas pelo salário médio do Analista de engenharia no Rio Grande do Sul, e obteve-se uma redução de R\$ 22.762,07 reais por mês, totalizando um valor de R\$ 273.144,87 reais ao ano. A Tabela 2 demonstra a análise realizada para chegar a este resultado.

Tabela 2 - Resultado da redução no tempo de pesquisa

Ambiente	Nº itens	Tempos (hrs)	Total (hrs)	Dias úteis	Horas diárias	Nº Pessoas	Salário Médio	Valor
Teamcenter	31875	0,0393	1251,98	251	4,99	0,8	R\$ 7.039,25	R\$ 5.851,92
Windows	31875	0,1921	6121,77	251	24,39	4,1	R\$ 7.039,25	R\$ 28.613,99
REDUÇÃO					-80%	3,23		R\$ 22.762,07

Fonte: Autor (2021)

O resultado obtido se deve a maneira como é possível localizar arquivos no *Teamcenter*, sendo possível encontrar o arquivo independentemente da informação,



através do mesmo processo, enquanto no *Windows* tem-se a única opção de localizar os arquivos nas pastas, que pode demorar muito dependendo da quantidade de arquivo nelas inseridos. Também é importante ressaltar neste tópico, que muitos dos usuários selecionados precisaram de ajuda para localizar os arquivos nos diretórios padrões, enquanto no *Teamcenter* não ocorreu este problema.

#### 4.7.2.2 Realização de Tarefas

Nesta etapa, foi simulado o tempo para concluir as tarefas de desenvolvimento entre *SAP* e *Teamcenter*. Foram designadas 5 atividades para cada usuário, onde eles precisaram buscar a atividade, anexar um documento à essa atividade e depois finalizá-la. O resultado obtido pode ser analisado na Tabela 3.

Tabela 3 - Tomada de tempos na realização de tarefas

TEMPOS Peça	TEAMCENTER						SAP					
	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total
Atividade 1	30,00	41,00	42,00	40,00	35,00	<b>188,00</b>	173,00	242,00	187,00	160,00	154,00	<b>916,00</b>
Atividade 2	28,00	29,00	47,00	29,00	33,00	<b>166,00</b>	154,00	138,00	159,00	126,00	144,00	<b>721,00</b>
Atividade 3	32,00	26,00	53,00	35,00	31,00	<b>177,00</b>	149,00	125,00	135,00	151,00	153,00	<b>713,00</b>
Atividade 4	27,00	25,00	41,00	33,00	36,00	<b>162,00</b>	141,00	119,00	145,00	133,00	157,00	<b>695,00</b>
Atividade 5	27,00	27,00	44,00	32,00	39,00	<b>169,00</b>	155,00	121,00	136,00	153,00	142,00	<b>707,00</b>
	Média Segundos: <b>172,40</b>						Média Segundos: <b>750,40</b>					
	Total Minutos: <b>2,87</b>						Total Minutos: <b>12,51</b>					
	Total Horas: <b>0,05</b>						Total Horas: <b>0,21</b>					

Fonte: Autor (2021)

Comparando os dados das medições é possível determinar uma redução de 77% no tempo de execução da atividade. Como forma de monetizar essa redução, foi multiplicado a média destes tempos pelo número de atividades realizadas no ano de 2020, tendo como resultado uma redução de 3,3 pessoas, que resultou numa redução de R\$ 277.585,64 reais ao ano, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado da redução no tempo na execução de tarefas

Ambiente	Nº Atividades	Tempos (hrs)	Total (hrs)	Dias úteis	Horas diárias	Nº Pessoas	Salário Médio	Valor
Teamcenter	30824	0,0479	1476,13	251	5,88	1,0	R\$ 7.039,25	R\$ 6.899,62
SAP	30824	0,2084	6425,09	251	25,60	4,3	R\$ 7.039,25	R\$ 30.031,76
REDUÇÃO					-77%	3,29		R\$ 23.132,14

Fonte: Autor (2021)

Esta redução foi obtida pela simplificação do processo gerada pela integração das atividades dentro do mesmo ambiente. Enquanto antes era necessário acessar 3 ambientes diferentes (*PowerBI*, *SAP* e *Windows*), atualmente todo o processo é feito dentro do *Teamcenter*.

#### 4.7.2.3 Cadastro de Materiais

Neste tópico foi realizado a simulação e cronometragem do tempo necessário para cadastrar um novo material no SAP. O processo foi simulado a partir da criação do desenho no *Solid Edge*, pois esta tarefa é igual independente do modelo escolhido. A partir do desenho pronto, os materiais foram cadastrados em três modelos, um pela integração entre *Teamcenter* e SAP, o segundo pelo cadastro manual no SAP, e o terceiro pelo cadastro no SAP através de *script*. Este processo foi repetido dez vezes, e o resultado obtido está disponível na Tabela 5.

Tabela 5 - Tomada de tempos para cadastro de materiais no SAP

Peça	Integração Teamcenter c/ SAP	SAP Manual	SAP Script
Material 1	85,00	115,00	153,00
Material 2	83,00	123,00	165,00
Material 3	78,00	118,00	133,00
Material 4	77,00	111,00	141,00
Material 5	79,00	115,00	147,00
Material 6	81,00	105,00	164,00
Material 7	80,00	125,00	160,00
Material 8	76,00	121,00	156,00
Material 9	77,00	119,00	150,00
Material 10	81,00	115,00	149,00
<b>TOTAL</b>	<b>797,00</b>	<b>1167,00</b>	<b>1518,00</b>
<b>Média Segundos</b>	<b>79,70</b>	<b>116,70</b>	<b>151,80</b>
<b>Média Minutos</b>	<b>1,33</b>	<b>1,95</b>	<b>2,53</b>
<b>Média Horas</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>

Fonte: Autor (2021)

A simulação deste processo possibilitou determinar que a redução no tempo desta atividade é de 32%. Da mesma forma como foi realizado nas simulações anteriores, essa redução no tempo foi convertida para número de pessoas, e a redução obtida é de 0,2 colaboradores diariamente. Também conforme realizado nas simulações anteriores, esse número de pessoas foi convertido em reais, possibilitando ter uma redução de R\$ 35.806,81 reais anuais com a melhoria deste processo. É importante ressaltar que a assertividade do cadastro é importante neste processo, pois perdas na arrecadação de impostos, retrabalhos, problemas com o fisco podem custar caro para a empresa. No cálculo demonstrado na Tabela 6, estes valores não foram contabilizados, pois são extremamente difíceis de medir.

Tabela 6 – Resultado da redução com o cadastro de materiais

Ambiente	Nº Atividades	Tempos (hrs)	Total (hrs)	Dias úteis	Horas diárias	Nº Pessoas	Salário Médio	Valor
Integração TC x SAP	31875	0,02	705,68	251	2,81	0,47	R\$ 7.039,25	R\$ 3.298,43
SAP Manual	31875	0,03	1033,28	251	4,12	0,69	R\$ 7.039,25	R\$ 4.829,70
SAP com Script	31875	0,04	1344,06	251	5,35	0,89	R\$ 7.039,25	R\$ 6.282,33
REDUÇÃO					-32%	0,2		R\$ 2.983,90

Fonte: Autor (2021)

Esta redução se deve principalmente pela eliminação da atividade de preparação dos dados para a integração. Antes, era necessário acessar o desenho para buscar propriedade físicas como peso, e outras propriedades como nome, código etc. e ainda preparar a planilha para fazer o cadastro no SAP. Através da integração realizada entre o *Solid Edge* e *Teamcenter* essa atividade não é mais necessária, pois todos os dados já estão disponíveis no ambiente, sendo necessário apenas jogar o item ao fluxo que realiza o cadastro.

Ao total foram reduzidos custos com atividades desnecessárias num total de R\$ 586.537,31. A Figura 81 demonstra essa redução por categoria.

Figura 81 – Total de Ganhos por categoria



Fonte: Autor (2021)

É importante ressaltar que essas pessoas não serão desligadas, mas sim realizadas para a realização de atividades que realmente agregam valor ao negócio, e que possam trazer mais benefícios para a empresa.

## CONCLUSÃO

Primeiramente, é importante destacar a relevância deste estudo para a área de Engenharia Mecânica, que através da aplicação de novas tecnologias tem muito a evoluir a fim de tornar os produtos mais robustos, e as empresas mais competitivas.

Através da análise do problema deste estudo, comprovou-se que a ferramenta implementada tornou as atividades de engenharia mais eficientes, sendo estes pontos destacados no tópico 4.7.1, onde são apresentadas as melhorias incorporadas com a ferramenta de PLM, através de abordagem comparativa do antes e depois da nova metodologia. Também foram evidenciados os ganhos de produtividade, com a eliminação de atividades sem valor agregado no tópico 4.7.2, através de tomada de tempos dos processos.

A primeira hipótese foi confirmada no tópico 4.7.1.1, através do gerenciamento dos documentos possibilitado pelo *Teamcenter*. O tempo antes utilizado na localização de informações e documentos, agora facilmente disponíveis, liberou os usuários para realizarem atividades que realmente agregam valor ao produto e processo.

A segunda hipótese fica confirmada em todo o capítulo 4 deste estudo, através da abordagem do funcionamento da ferramenta, seguindo o conceito de PLM. Através da sua proposta, de ser uma ferramenta adaptável a qualquer empresa, foi possível desenhar os processos de maneira que atendam as metodologias utilizadas pela engenharia, bem como implementar novas metodologias trazidas pelo *software*.

A terceira hipótese não pode ser comprovada pela falta de tempo para a coleta de dados durante o estudo. Em média o tempo de desenvolvimento de uma peça gira em torno de seis meses, sendo necessário ainda acrescentar o tempo de negociação para concretização de um novo negócio, que também gira em torno do mesmo prazo. Levando em consideração que a implementação do *Teamcenter* estará concluída em outubro de 2021, não haverá tempo hábil para mensurar esses dados pois uma nova peça estaria implementada no segundo semestre de 2022, sendo necessário dois anos de coleta de dados para compor uma amostra robusta que comprove a redução.

Estando todas as etapas propostas neste estudo finalizadas, verificou-se que o objetivo geral foi alcançado, ficando exposto no tópico 4.7.2.1 os ganhos de tempo obtidos com a implementação da ferramenta de PLM.

Quanto aos objetivos específicos, o primeiro foi mapear o estado atual e definir o estado futuro dos processos, que foi abordado no tópico 4.2, descrevendo todo o processo realizado para estas análises em conjunto com usuários e gestores da empresa.

Ao que se refere ao segundo objetivo específico de configurar o *Teamcenter* de acordo com os processos mapeados, ele foi abordado no tópico 4.4, detalhando todo o processo de configuração realizado na implementação.

O terceiro objetivo específico, que tinha como objetivo realizar simulações dos processos utilizando o *Teamcenter*, ao qual foi alcançado através da descrição dos testes no tópico 4.5, sendo eles realizados com o auxílio dos usuários da engenharia para validação do ambiente.

O quarto objetivo específico foi planejado para treinar os envolvidos, estando discriminado no tópico 4.6, sendo relatado como os treinamentos foram executados para a qualificação dos colaboradores.

Cabe ressaltar o ganho de qualidade nas atividades de desenvolvimento após a implementação da ferramenta de PLM. A facilidade de encontrar as informações e documentos, combinado com o controle de versão, sendo eles disponibilizados na hora certa, permite um alto nível de assertividade nos processos, e principalmente em mais tempo para realizar análises que agregam valor ao negócio.

Cabe ressaltar também, o resultado alcançado com a implementação em relação do rastreio do ciclo de vida dos produtos, algo que não era possível de ser realizado dinamicamente com as ferramentas antigas. Facilmente os usuários da engenharia conseguem entender quais projetos e fluxos foram executados para um determinado produto, sendo possível aprender com os erros e acertos de cada nova implementação, tornando os processos mais robustos, atendendo as exigências dos clientes.

Embora os resultados sejam excelentes, ainda há oportunidades de melhoria que podem ser implementadas. Esta etapa foi dedicada exclusivamente pensando nos processos de *design* de produtos, porém é interessante que este estudo seja complementado com a implementação das ferramentas de manufatura e qualidade, que fechariam o ciclo de processos que englobam a vida dos produtos, sendo assim, uma sugestão para trabalhos futuros.

Por fim, o trabalho foi de extrema importância para o autor, possibilitando complementar os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia Mecânica com o

aprendizado de uma implementação com este nível de abrangência dentro da organização. Através deste conhecimento, o autor está preparado para novos desafios que continuarão garantindo o crescimento profissional, dedicando estas conquistas à FAHOR e BRUNING pelas oportunidades concedidas.

## REFERÊNCIAS

- BERGANTON, L.; SALVINI, J. **Desenvolvimento de Produtos e Marcas**. Rio de Janeiro: Estácio, 2015.
- BERNARDES, E; MUNIZ J. J.; NAKANO, D. **Pesquisa Qualitativa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. São Paulo: Atlas Ltda, 2019.
- CHRYSLER CORPORATION *et al.* **Advanced Product Quality Planning and Control Plan: Reference manual**. Inglaterra, 2018.
- CRNKOVIC, I.; ASKLUND, U.; DAHLQVIST, A. P. **Product Data Management**. Norwood: Artech House Inc, 2003. Disponível em: [https://www.google.com.br/books/edition/Implementing\\_and\\_Integrating\\_Product\\_Data/EAUbUpxf8jMC?hl=en&gbpv=1&dq=Product+data+management&printsec=frontcover](https://www.google.com.br/books/edition/Implementing_and_Integrating_Product_Data/EAUbUpxf8jMC?hl=en&gbpv=1&dq=Product+data+management&printsec=frontcover). Acesso em: 29 ago. 2021.
- DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2004.
- FARIAS, C. V. S.; DUSCHITZ, C.; CARVALHO, G. M. **Estratégia de Marketing**. Porto Alegre: Mariana Belloli, 2016.
- GANESH, K.; MOHAPATRA, S.; ANBUUDAYASANKAR, S. P.; SIVAKUMAR, P. **Enterprise Resource Planning: fundamentals of design and implementation**. New York: Springer, 2014.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas Ltda, 2017.
- KAARIAINEN, J. *et al.* **Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management**. Espoo: Vtt, 2000. Disponível em: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2000/T2042.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021
- MANKALA, C.; V., GANESH M. V. **SAP HANA Cookbook**. Birmingham: Packt, 2013.
- MONK, E.; WAGNER, B. **Concepts in Enterprise Resource Planning**. 4. ed. Boston: Course Technology, 2013.
- MOXON, P. **The beginner's Guide to SAP: an introduction to the basics of using sap**. Sapprouk Limited, 2014.
- PESSÔA, M. V. P.; TRABASSO, L. G. **The Lean Product Design and Development Journey: a practical view**. Switzerland: Springer, 2017.
- POINT, T. TCL/TK: **Simply easy learning: Tutorials Point**, 2015. 19 p.
- RAO, V. **Enterprise Resource Planning**. New Delphi: Excel Books Private Limited, 2011.

ROZENFELD, H.; A FORCELLINI, F; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SAAKSVUORI, A.; IMMONEN, A. **Product Lifecycle Management.** 3. ed. Berlin: Springer, 2008.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Workflow Designer Guide.** Estados Unidos, 2013. 500 p. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20200109161601697.workflow_designer/pdf?de)

[BR/product/282219420/doc/PL20200109161601697.workflow\\_designer/pdf?de.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20200109161601697.workflow_designer/pdf?de)

Acesso em: 10 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Usando a Integração do Teamcenter para Solid Edge.** Estados Unidos: Siemens, 2018. 162 p. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/246738425/doc/PL20190201105200156.spse01424/pdf/?audience=)  
[BR/product/246738425/doc/PL20190201105200156.spse01424/pdf/?audience=.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/246738425/doc/PL20190201105200156.spse01424/pdf/?audience=)

Acesso em: 10 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Business Modeler IDE.** Estados Unidos: Siemens, 2019a. 1308 p. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094148652.plm00071/pdf?dest=M8.new)

[BR/product/282219420/doc/PL20190708094148652.plm00071/pdf?dest=M8.new.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094148652.plm00071/pdf?dest=M8.new)

Acesso em: 10 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Teamcenter Basics.** Estados Unidos: Siemens, 2019b. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094131401.my_teamcenter/pdf/?audience=)

[BR/product/282219420/doc/PL20190708094131401.my\\_teamcenter/pdf/?audience=](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094131401.my_teamcenter/pdf/?audience=)

[external.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094131401.my_teamcenter/pdf/?audience=) Acesso em: 27 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Managing Preferences.** Estados Unidos: Siemens, 2019c. 32 p. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094230438.managing_prefs/pdf?dest=)

[BR/product/282219420/doc/PL20190708094230438.managing\\_prefs/pdf?dest=.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094230438.managing_prefs/pdf?dest=)

Acesso em: 10 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Classification Admin.** Estados Unidos: Siemens, 2019d. 210 p. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094121111.class_admin/pdf?dest=M8)

[BR/product/282219420/doc/PL20190708094121111.class\\_admin/pdf?dest=M8.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094121111.class_admin/pdf?dest=M8)

Acesso em: 10 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Teamcenter Integration for Solid Edge (SEEC): guide for users and administrators.** Estados Unidos: Siemens, 2019e. 134 p. Disponível em:

[https://docs.sw.siemens.com/pt-](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/246738425/doc/PL20190201105200156.SEECAAdminGuide/pdf/?audi)  
[BR/product/246738425/doc/PL20190201105200156.SEECAAdminGuide/pdf/?audi.](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/246738425/doc/PL20190201105200156.SEECAAdminGuide/pdf/?audi)

Acesso em: 10 ago. 2021.



SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Organization**. Estados Unidos: Siemens, 2020a. 102 p. Disponível em: <https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190708094005119.organization/pdf?dest=M8>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC. **Teamcenter Gateway Migration Guide**. Estados Unidos: Siemens, 2020b. Disponível em: [https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190726133456833.T4O\\_sc.xid1395389/html/x](https://docs.sw.siemens.com/pt-BR/product/282219420/doc/PL20190726133456833.T4O_sc.xid1395389/html/x). Acesso em: 30 ago. 2021.

SORDI, J. O. **Desenvolvimento de Projeto de Pesquisa**. Rio de Janeiro: Saraiva, 2017

STARK, J. **Product Lifecycle Management: 21st century paradigm for product realisation**. 2. ed. Geneva: Springer, 2011.

TAKAHASHI, S.; TAKAHASHI, V. P. **Gestão de inovação de produtos: estratégia, processo, organização e conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

TEOREY, T.; LIGHTSTONE, S.; NADEAU, T.; JAGADISH, H. V. **Projeto e Modelagem de Banco de Dados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2014.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas Ltda, 2016.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. **Product design and development**. Nova York: McGraw-Hill, 1995.

WALL, K. **Tcl/Tk Programming for the Absolute Beginner**. Boston: Thomson Course Technology, 2008. 378 p.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia da Pesquisa para Ciência da Computação**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2014.

WHEELER, B. **Tcl/Tk 8.5 Programming Cookbook: over 100 great recipes to effectively learn tcl/tk 8.5**. Olton: Packt Publishing Ltd, 2011. 236 p.

ZANCUL, E. S. **Gestão do Ciclo de Vida de Produtos: seleção de sistemas plm com base em modelos de referência**. 2009. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

## APÊNDICE A – Script de Integração com o SAP

```

set SAPPlant "1101";
set SAPDesc      [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev object_name];
set SAPId        [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Codigoreferencia];
set SAPOldMatNo  [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev item_id];
set SAPSetoratividade [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Setoratividade];
set SAPStatus "02";
set SAPPeso      [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Peso];
set SAPLote      [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Lote];
set SAPUtilizacao [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Utilizacao];
set SAPOrigem    [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Origemmaterial];

#Determina Grupo de Mercadoria
set GrpMercadoria [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Grupomercadorias];
set NovoGrpMercadoria [string range $GrpMercadoria 0 [string first "-" $GrpMercadoria]-1]
set SAPGrpmercadorias $NovoGrpMercadoria; # Grupo de Mercadoria

#Determina o Deposito para Cadastro
set Deposito [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRev br4Deposito];
puts $Deposito
set NovoDeposito [string range $Deposito 0 [string first "-" $Deposito]-1]
set SAPDeposito $NovoDeposito; # Deposito
tpwrite -logchannel [::PL4X::CORE::getSessionLogChannel] -mtype INTERN "O deposito é $Deposito, $SAPDeposito"

# Determina o tipo do Material baseado no Modelo
set SAPModelo [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $Item br4Modelointegracao]; # Modelo para cadastro
set TipoMaterial [string range $SAPModelo 0 [string first "-" $SAPModelo]-1]
set SAPTipoMaterial $TipoMaterial; # Tipo do Material

set T4STransferStatus [::T4X::TC::MAPPING::FieldMapping $ItemRevMaster item_comment]; # it is empty if item was never transferred before

# Store data to the data exchange array ::SAPDat
#
set ::SAPDat(Material:HeadData:BASIC_VIEW) "X" ;# Basic Data View
set ::SAPDat(Material:HeadData:IND_SECTOR) "M" ;# Default value
set ::SAPDat(Material:HeadData:MATL_TYPE) $SAPTipoMaterial
::TPSAP::MM::setMaterialMaster_by_Reference TEST true $SAPModelo $SAPPlant
set ::SAPDat(Material:HeadData:MATERIAL) $SAPId

set ::SAPDat(Material:MaktData:LANGU_ISO:1) "EN"
set ::SAPDat(Material:MaktData:MATL_DESC:1) "EN: $SAPDesc"
set ::SAPDat(Material:MaktData:LANGU_ISO:2) "PT"
set ::SAPDat(Material:MaktData:MATL_DESC:2) "PT: $SAPDesc"

```

## APÊNDICE B – Folha de estilo do item

SIEMENS

Pesquisar  
Início  
Pastas  
Pastas ativas  
Assistente  
Favoritos  
Caixa de entrada  
Agendas  
Alertas  
Ajuda

### PRD-0000014/A;1-MOLDURA PISO

Dono: CAROLINE MEINL NEUMANN (caroline.neumann)   
 Modificado em: 09-Nov-2021   
 Status de Liberação:   
 Tipo: Produto Revision

🔍

Visão geral
Classificação
3D
Quem Usa
Anexos
Histórico
Fluxo de trabalho
Relações
Participantes
Relatórios

**INFORMACOES DA REVISAO**

Revisão: A

Nome: MOLDURA PISO

Tipo: Produto Revision

Cod. Referencia: ACX2601190

Peca reproduzida: ACX2601190

Versao Reproduzida: 01

Status de Liberação:

Data da liberação:

Efetividade:

Dono: CAROLINE MEINL NEUMANN (caroline.neumann)

ID do grupo: Engenharia de Produto.Engenharías.Bruning Tecnometal

Último usuário a modificar: CAROLINE MEINL NEUMANN (caroline.neumann)

Reservado:

Reservado Por:

**DADOS CLIENTE**

**MODELO PARA CADASTRO**

Modelo para Cadastro: ZHA1-TRATOR

**DADOS CADASTRO**

Status Material (SAP): 03

Grupo Mercadorias: 96000 - Semi-Acabado -

Suprimento: Manufaturado

Utilizacao: Continuacao Processamento

Deposito: 3001 - Prd.Solda Fáb.I

Lote: 150

Centro de Lucro: ATRATOR

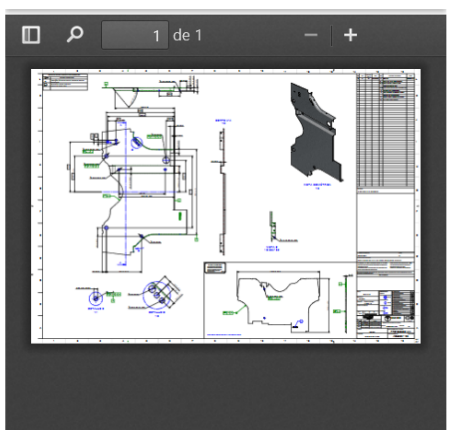
**IMAGENS VISUALIZACAO**

**TC\_XRT\_PREVIEW**

PRD-0000014/A PDF 09-Nov-2021















































Mostrar Marcações    Painel de marcação    Marcação por...    Tela cheia

1 de 1



Informações
Discussão
Abriu
Recortar
Copiar
Colar
Novo
Mais...

## APÊNDICE C – Mapeamento de Atributos

Custom (mapped) (21)					
 Teamcenter Item Type	Produto	String[260]	Item.Type		CAD
 Item_Rev_Status	Liberado	String[32]	ItemRevision.release_status_list.name		PDM
 Dataset Name	PRD-00000014/A	String[260]	Dataset.Name		BOTH
 TC Engineering Description		String[260]	Dataset.Description		BOTH
 Surface_Area	1,822	String[128]	ItemRevision.Area		CAD
 Item_Rev_Area_Pintura	0	String[128]	ItemRevision.Area de Pintura		CAD
 Item_ProjetoPS		String[128]	ItemRevision.Projeto PS		BOTH
 Item_Rev_Tolerancia_Angular	±30'	String[128]	ItemRevision.Tolerancia Angular		CAD
 Item_Rev_Comprimento_Solda		String[128]	ItemRevision.Comprimento de Solda		CAD
 Item_Qnt_Requisito_Seg_Leg	0	String[128]	ItemRevision.Quantidade de características segurança e le...		CAD
 Item_Qnt_Requisito_Fix_Fun	0	String[128]	ItemRevision.Quantidade de características fixacao e funcao		CAD
 Item_Rev_Descricao		String[240]	ItemRevision.Description		PDM
 Item_Rev_Aplicabilidade	PISO CABINE TRATOR	String[128]	Item.Aplicabilidade		BOTH
 Item_Rev_Peca_Reproduzida	ACX2601190	String[128]	ItemRevision.Peca reproduzida		CAD
 Item_Rev_Versao_Reproduzida	01	String[128]	ItemRevision.Versao Reproduzida		CAD
  Acabamento_Superficial	NATURAL	String[128]	ItemRevision.Acabamento Superficial		CAD
  HPTS		String[128]	ItemRevision.HPTS		BOTH
  Item_Cliente	AGCO	String[128]	Item.Cliente		BOTH
 Item_Rev_Nome	MOLDURA PISO	String[128]	ItemRevision.Name		PDM
 Item_Rev_Referencia	ACX2601190	String[128]	ItemRevision.Cod. Referencia		CAD
  UOM	PC		Item.Unit of Measure		BOTH

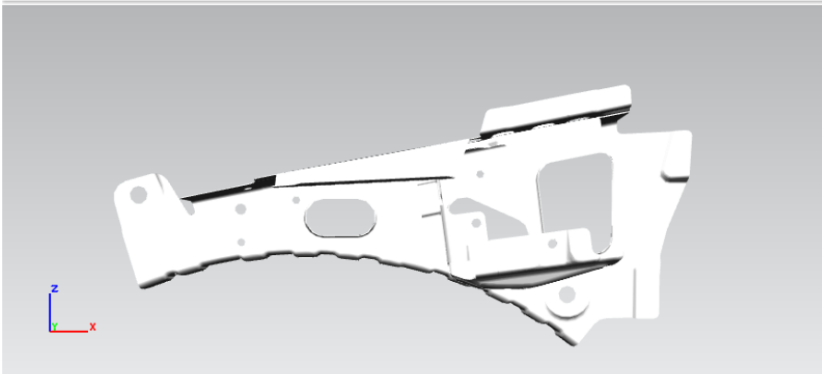
## APÊNDICE D – Comparação de estruturas

**CAIXA RODA DIR.**

Revisão: Global (Latest Working) | Data: Hoje | Unidades: Nenhuma | Variante: Nenhuma regra de variante

Elemento	ID	Cod. Referencia	Revisão	Nome da revisão	Desc
CAIXA RODA DIR.	PRD-00000095	26303533C	B	CAIXA RODA DIR.	
REFORÇO MAIOR DIR. x1.00	PRD-00000096	26240492C	C	REFORÇO MAIOR DIR.	
REFORÇO MENOR DIR. x1.00	PRD-00000097	26240491C	A	REFORÇO MENOR DIR.	
CHAPA PRINCIPAL DIR. x1.00	PRD-00000098	26303532C	A	CHAPA PRINCIPAL DIR.	
SUPORTE PARAFUSO x1.00	BRU-00000368		A	SUPORTE PARAFUSO	
Hexagon socket head cap scr...	STD-00000800		A	Hexagon socket head cap screw DIN 912 - ...	

3D Visão geral Visão geral Quem Usa Anexos Histórico



**CAIXA RODA DIR. - REFORÇO MAIOR DIR. x1.00**

Revisão: Global (Latest Working) | Data: Hoje | Unidades: Nenhuma | Variante:

Elemento	ID	Cod. Referencia	Revisão	Nome da revisão	Desc
CAIXA RODA DIR.	PRD-00000095	26303533C	A	CAIXA RODA DIR.	
REFORÇO MAIOR DIR. x1.00	PRD-00000096	26240492C	A	REFORÇO MAIOR DIR.	
REFORÇO MENOR DIR. x1.00	PRD-00000097	26240491C	A	REFORÇO MENOR DIR.	
CHAPA PRINCIPAL DIR. x1.00	PRD-00000098	26303532C	A	CHAPA PRINCIPAL DIR.	

3D Visão geral Visão geral Quem Usa Anexos Histórico

