

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA - UNIARA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E  
TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

**GENTIL PIRES BARBOSA JUNIOR**

**GESTÃO DO CONHECIMENTO APLICADA AO PROCESSO  
DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO: ESTUDO NA ÁREA DE  
EQUIPAMENTOS DE PROCESSO PETROQUÍMICO**

Araraquara, SP  
2013

**GENTIL PIRES BARBOSA JUNIOR**

**GESTÃO DO CONHECIMENTO APLICADA AO PROCESSO  
DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO: ESTUDO NA ÁREA DE  
EQUIPAMENTOS DE PROCESSO PETROQUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ethel Cristina Chiari da Silva  
Orientadora

Araraquara, SP  
2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

B197g Barbosa Junior, Gentil Pires

Gestão do conhecimento aplicada ao processo de desenvolvimento do produto: estudo na área de equipamentos de processo petroquímico/ Gentil Pires Barbosa Junior. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2013.

110f.

Dissertação - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ethel Cristina Chiari da Silva

1. Processo de desenvolvimento do produto. (PDP). 2. Gestão do conhecimento. 3. Engenharia do produto e produção. 4. Tecnologia da informação. 5. Desenvolvimento do produto (DP). 6. Planilha eletrônica e CAD 3D.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA JUNIOR, Gentil Pires. Gestão do conhecimento aplicada ao processo de desenvolvimento do produto: estudo na área de equipamentos de processo petroquímico. 2013. 110f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara-SP.

## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Gentil Pires Barbosa Junior

TÍTULO DO TRABALHO: Gestão do conhecimento aplicada ao processo de desenvolvimento do produto: estudo na área de equipamentos de processo petroquímico

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2013.

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede ao Centro Universitário de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.

Gentil Pires Barbosa Junior  
Rua Voluntários da Pátria, 1309 e 1295 - Centro  
14801-320 - Araraquara - SP  
gentil.barbosa@gmail.com



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

[www.uniara.com.br](http://www.uniara.com.br)

**Dissertação aprovada em sua versão final pela banca examinadora:**

---

Prof. Dra. Ethel Cristina Chiari da Silva  
Orientador(a) – UNIARA

---

Prof. Dr. Daniel Jugend  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

---

Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente  
UNIARA – Araraquara

Araraquara, 07 de outubro de 2013

## RESUMO

Considerando a tendência de crescimento globalizado da economia e os crescentes avanços da tecnologia, em que a oferta de produto está maior que a demanda, tornam o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) uma importante estratégia competitiva de mercado. A sistematização e a gestão do PDP são considerados pontos importantes para reduzir custos, aumentar a qualidade de seus produtos e diminuir os tempos de desenvolvimento. Dentro desta gestão no PDP, inclui-se a Gestão do Conhecimento como importante recurso na transformação do conhecimento tácito para torná-lo explícito e possibilitar seu compartilhamento na organização. Esta transformação deve acontecer espontaneamente, eliminando fronteiras e agregando valor tecnológico a organização. As organizações buscam uma forma estruturada para captura do conhecimento, pois a cada ação realizada é sempre uma decisão ou ação que afeta o todo. Esta dissertação tem como objetivo com base no referencial teórico propor, a partir do uso de planilhas eletrônicas e CAD 3D, um método de trabalho nomeado “planilha eletrônica do conhecimento” para auxiliar as equipes de engenharia no desenvolvimento de produto. Têm-se também como objetivos detalhar a aplicação deste método por meio de uma experiência piloto, em uma empresa de grande porte, em que a demanda por novos conhecimentos e técnicas de gestão se faz necessário. A pesquisa em sua parte exploratória buscou na literatura modelos de gestão do conhecimento como alicerce para o desenvolvimento de produtos e quanto a sua natureza é definida como pesquisa aplicada, pois a proposta é contribuir para a solução do problema específico. Quanto ao método proposto destaca-se que este é composto por cinco etapas que foram detalhados através da metodologia pesquisa-ação. Como principais resultados, destacam-se: a interação dentro do setor de engenharia do produto, valores mais precisos na fase de orçamento e melhor qualidade nas informações aos elementos de interação do processo de desenvolvimento do produto (PDP).

**Palavras-chave:** *Processo de desenvolvimento do produto (PDP). Gestão do conhecimento. Engenharia do produto e produção. Tecnologia da informação. Desenvolvimento do produto (DP). Planilha eletrônica e CAD 3D.*

## ABSTRACT

*Considering the growth trend of the globalized economy and the increasing advances in technology , in which the product supply is greater than demand , make the Product Development Process ( PDP ) an important competitive strategy market . The systematization and management of PDP points are considered important to reduce costs , increase the quality of their products and reduce development times . Within this PDP management , it includes knowledge management as an important resource and key element in the transformation of tacit knowledge to make it explicit enabling their sharing in the organization . This transformation must happen spontaneously , eliminating borders and adding technological value to the organization. Organizations seeking a structured way to capture knowledge , as every action performed is always a decision or action that affects the whole. This dissertation aims based on the theoretical framework proposed , from the use of spreadsheets and CAD 3D working method named " spreadsheet knowledge " to assist engineering teams in product development . They also detail the objectives and application of this method by means of a pilot , in a large company , where the demand for new knowledge and management techniques is needed . The exploratory research on his part sought in the literature of knowledge management models as a foundation for the development of products and as its nature is defined as applied research , as the proposal is to contribute to the solution of specific problems . As for the proposed method is emphasized that this is composed of five steps that were detailed through action research methodology . The main results include: the interaction within the engineering sector product , more accurate values during budget and better quality information on the interaction elements of the product development process ( PDP ) .*

**Key words:** *Product development process (PDP). Knowledge management. Product engineering and production. Information technology. Product development (PD). Spreadsheet and 3D CAD.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de transformação dos dados em conhecimento. ....	20
Figura 2: Quatro modos de conversão do conhecimento. ....	22
Figura 3: Critério do tipo de informação processada. ....	25
Figura 4: Sistemas de repositório do conhecimento. ....	26
Figura 5: Escopo do PDP. ....	31
Figura 6: Protótipo digital 3D. ....	38
Figura 7: Classes e finalidades dos vasos de pressão. ....	43
Figura 8: Detalhes e acessórios em vasos de pressão. ....	43
Figura 9: Fluxograma dos vasos no processamento. ....	44
Figura 10: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação. ....	50
Figura 11: Ciclo de pesquisa-ação. ....	53
Figura 12: Proposta de ciclo na pesquisa-ação adotado nesta pesquisa foi adaptado de Coughlan & Coughlan (2002). ....	55
Figura 13: Produtos e serviços da empresa. ....	62
Figura 14: Ciclo do processo de desenvolvimento do produto (PDP) da empresa pesquisada. .....	64
Figura 15: Ciclo de projeto na engenharia de produto. ....	66
Figura 16: Procedimento de transporte e manuseio do equipamento na instalação. ....	67
Figura 17: Modelo da planilha eletrônica do conhecimento. ....	73
Figura 18: Procedimento de validação do parâmetro (conhecimento). ....	74
Figura 19: Desenho de compra parametrizada. ....	75
Figura 20: Início da parametrização. ....	76
Figura 21: Variável do modelo parametrizado. ....	77
Figura 22: Perfil do modelo parametrizado. ....	77
Figura 23: Parâmetros do modelo 3D. ....	78
Figura 24: Modelo 3D. ....	79
Figura 25: Modelo 3D finalizado. ....	79
Figura 26: Testes de aplicação. ....	80
Figura 27: Configuração da biblioteca 3D. ....	81
Figura 28: Peso e matéria prima. ....	82
Figura 29: Conceituar o produto. ....	83

Figura 30: Informações de elementos finito.....	84
Figura 31: Análise de interferência.....	85
Figura 32: Análise de montagem. ....	86
Figura 33: Desenho de fabricação. ....	87
Figura 34: Desenho de instalação.....	88
Figura 35: Apontamento de horas de engenharia. ....	89
Figura 36: Comparação de horas de engenharia.....	91
Figura 37: Resultado do levantamento dos projetos A, B e C. ....	94
Figura 38: Matriz de responsabilidades no desenvolvimento de projetos. ....	95
Figura 39: Resultado do modelo proposto e a nova matriz de responsabilidades.....	96
Figura 40: Indicador de horas de engenharia por projetista .....	97

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de Conhecimento.....	21
Quadro 2: Projeção de demanda das principais resinas termoplásticas (t/ano).....	45
Quadro 3: Descrição do ciclo da proposta de pesquisa-ação adotado a partir da aplicação da proposta de Coughlan & Coughlan (2002).....	56
Quadro 4: Comitê de implantação ou equipe de pesquisa.....	58
Quadro 5: Matriz da entrevista na engenharia do produto. ....	59
Quadro 6: Matriz de análise de documentos. ....	60
Quadro 7: Características dos entrevistados. ....	68
Quadro 8: Respostas da entrevista.....	69
Quadro 9: Análise de documentos e procedimentos do projeto A, B e C. ....	70
Quadro 10: Transformações do conhecimento na entrevista.....	71

## **LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS**

Gráfico 1: Carteira de encomendas da empresa

## LISTA SE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CAD: *Computer Aided Desing.*

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento.

PDP: Processo de Desenvolvimento de Produto

QFD: *Quality Function Deployment*

DFMA: Design for Manufacturing and Assembly

CAE: *Computer Aided Engineering*

CAM: *Computer Aided Manufacturing*

CAPP: *Computer Aided Process Planning*

FMEA: *Failure Mode Effect Analysis*

GC: Gestão do Conhecimento

CdE: Centro de Excelências

TI: Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 CONTEXTO E PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.3 JUSTIFICATIVAS .....	14
1.4 ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	15
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2. GESTÃO DO CONHECIMENTO .....</b>	<b>17</b>
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	17
2.2 CARACTERÍSTICAS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO: DADOS, INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO.....	18
2.3 GESTÃO DO CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL: CRIAÇÃO E CONVERSÃO DO CONHECIMENTO.....	20
2.4 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO (TI) NA GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	24
<b>3. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO (PDP).....</b>	<b>28</b>
3.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES DO PDP .....	28
3.2 VISÃO DO PRODUTO.....	29
3.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO .....	30
3.4 ATIVIDADES DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP).....	32
3.5 DIMENSÕES DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	33
3.6 O PAPEL DA ENGENHARIA NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	34
3.7 TECNOLOGIA DO SOFTWARE CAD 3D .....	36
<b>4. INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE PROCESSO .....</b>	<b>39</b>
4.1 SETOR PETROQUÍMICO: CONTEXTO .....	39
4.2 A CADEIA PRODUTIVA DO SETOR PETROQUÍMICO.....	40
4.3 BREVE CONCEITO SOBRE VASO DE PRESSÃO .....	42
4.4 A INDÚSTRIA PETROQUÍMICA BRASILEIRA: PERSPECTIVAS.....	44
<b>5. METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>46</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA .....	46
5.2 QUANTO AO OBJETIVO E FINALIDADES DA PESQUISA .....	47
5.3 ABORDAGEM E METODOLOGIA DE PESQUISA .....	47
5.4 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO MÉTODO PROPOSTO .....	54
5.5 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	56
<b>6. PESQUISA NA EMPRESA.....</b>	<b>61</b>
6.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	61
6.2 IMPLANTAÇÃO DAS ETAPAS DO MÉTODO PROPOSTO NA EMPRESA.....	62
6.2.1 PRÉ-ETAPA.....	62
6.2.2 COLETA DE DADOS .....	64
6.2.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	71
6.2.4 IMPLEMENTAR AS AÇÕES .....	73
6.2.5 AVALIAR O DESEMPENHO E CONSOLIDAR O PRODUTO PILOTO .....	88
<b>7. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>99</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE A- ENTREVISTA .....</b>	<b>106</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto e problema de pesquisa

Este trabalho tem como tema central a gestão do conhecimento e a busca da aplicação do conhecimento adquirido ou tecnologia desenvolvida no processo de desenvolvimento do produto (PDP).

Observa-se um crescente interesse acadêmico e empresarial pelo tema, como se pode constatar em pesquisas de diferentes segmentos, entre eles, Ferrari (2002), Scharf e Sierra (2008), Andrade et al. (2010), Sousa e Amaral (2012), corroborando com a proposta de compartilhamento e aplicação da gestão do conhecimento no PDP através do inter-relacionamento das estratégias competitivas e recursos tecnológicos da organização.

Simões (2004) entende que o papel da inovação de um produto nas organizações pode ajudar a responder por que algumas empresas são sistematicamente bem sucedidas em vista ao produto do concorrente. A sistematização do processo de desenvolvimento pode beneficiar a permanência do produto no mercado, se a rapidez no desenvolvimento e produção esteja integrada a novas ideias e processos compatíveis com as necessidades do mercado.

Para Carvalho (2013), a cultura de novas ideias decorre da crescente competitividade empresarial e das transformações globais afetando principalmente os sistemas de produção, além de afetar, também, a relação interpessoal nas organizações. Segundo o autor, o processo de competitividade e liderança é parte do processo de inovação para uma futura preparação da sustentabilidade da organização, em que deve se considerar também seu quadro técnico, operacional e corporativo.

Segundo Ferrari (2002, p.45), o desempenho de uma empresa no PDP pode ser avaliado pelos resultados da qualidade e diminuição dos tempos de desenvolvimento do produto. Ainda segundo a autora, é comum encontrar no PDP dificuldades em relacionar uma estrutura funcional com a aprendizagem organizacional, mas o “conhecimento é um importante elemento de entrada, de transformação e de saída no processo de desenvolvimento do produto”.

Amorim e Tomaél (2011) abordam a gestão do conhecimento como a melhor maneira de administrar o capital intelectual e atribuir um processo de controle da criação do conhecimento organizacional. Para Haapalainen e Mäkiranta (2013), é importante também estruturar o processo de controle e aplicação do conhecimento pensando em: quem vai usá-lo, como é que vai ser codificado e como ele pode ser compartilhado com a organização.

A aplicação da gestão do conhecimento no desenvolvimento do produto destaca-se pela caracterização de três macrofase do PDP (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento), nas quais a gestão do conhecimento ocorre essencialmente por meio de quatro tipos de conversão do conhecimento (socialização, externalização, combinação e internalização), em que para materializarem esses conhecimentos em fatos palpáveis e específicos são necessárias defini-las como sendo hipóteses e melhores práticas. (SILVA, 2002).

Segundo Sá et al. (2007), a implantação de práticas que interprete e analisem os projetos ou iniciativas de gestão do conhecimento são considerados fundamentais para o setor petroquímico. A interpretação dos sistemas de normas e análise da gestão de processos incluem também requisitos relacionados pelos programas de qualidade e produtividade das empresas, normalmente disponibilizado em conhecimento explícito.

Em função do processo de transformação ocorrido principalmente nas últimas décadas, quando se trata de questões ambientais, as empresas do setor petroquímico buscam ser eficazes em seus projetos de tecnologia e inovação. (SÁ et al, 2007).

Para Hoffmann (2009, p.134), “algumas ferramentas tecnológicas e a coordenação integrada de recursos informacionais ajudam a desenvolver formas de gestão do conhecimento dentro das organizações”. Normalmente a escolha desta ferramenta está diretamente ligada ao fluxo de dados na gestão do conhecimento, quando se têm menos dados pode-se utilizar um sistema de tecnologia da informação manual e caso contrário, somente é possível com o auxílio de linguagem de programação.

Considerando a importância da gestão do conhecimento no desenvolvimento de produtos no setor petroquímico, no quais os procedimentos e normatização são considerados fundamentais para a confiabilidade de produtos, como exemplo o “vaso de pressão<sup>1</sup>”, na

---

<sup>1</sup> Vaso de pressão é um recipiente estanque de qualquer tipo, dimensão, formato, capazes de conter um fluido pressurizado (TELLES, 2001).

cadeia contínua do processo em que são submetidos. Com este objetivo de gestão do conhecimento, investigou-se o conhecimento técnico adquirido em projetos na empresa pesquisada, de maneira a direcionar os esforços na questão abaixo:

**Como difundir o conhecimento tácito de forma a auxiliar no processo de desenvolvimento do produto vaso de pressão do setor petroquímico?**

Desta maneira a pesquisa procurou através da interação entre o conhecimento explícito (registros de projetos, documentos, procedimentos técnicos, etc.) e o tácito (presente na mente das pessoas) a criação do conhecimento na dimensão do PDP, através de uma planilha eletrônica do conhecimento para auxiliar as equipes de engenharia no desenvolvimento do produto.

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo geral**

O objetivo geral desse trabalho é por meio de pesquisa-ação estudar a gestão do conhecimento como suporte ao desenvolvimento de produtos.

### **Objetivo específico**

Com base no referencial teórico propor, a partir do uso de planilhas eletrônicas e CAD 3D<sup>2</sup>, um método de trabalho para auxiliar as equipes de desenvolvimento de produto e tornar o conhecimento acessível no âmbito da organização. Esse trabalho também objetiva desenvolver um projeto piloto da proposta para o produto vaso de pressão de uma indústria petroquímica.

## **1.3 Justificativas**

Hamza (2008) descreve que a gestão do conhecimento tem sido uma disciplina reconhecida nas organizações como vantagem competitiva e que atualmente manter o conhecimento nas organizações é mais difícil do que a criação de conhecimento. Para o cumprimento desta disciplina, se faz necessário à promoção da cultura de compartilhamento do conhecimento na organização e essencialmente o apoio da alta administração.

---

<sup>2</sup> CAD 3D é um software utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em modelos tridimensionais (3D).

Segundo Segev (2010), em termos de gestão do conhecimento as mais recentes tecnologias são sistemas de banco de dados ou internet, em que normalmente são armazenados como simples tabelas ou textos semiestruturado. Ainda conforme Segev (2010, p.4) “a fim de recuperar o conhecimento da melhor maneira e mais segura, devemos capturá-lo em um sistema que permita consultas rápidas e seletivas em um ambiente controlado”.

Abbud (2009) destaca a tecnologia computacional como papel de desenvolvimento de produtos competitivos e contribuição para o armazenamento de informações digitais nas atividades de projeto. Para Simões (2004), a rapidez com que a empresa consegue transformar novas ideias em novo produto tangível determina sua vantagem competitiva no mercado. Para tal, necessita de projeto confiável, acessível e no tempo certo, elementos que certamente influenciaram diretamente na manutenção do produto no mercado.

A principal justificativa para este trabalho é a necessidade de criar um modelo de padronização do conhecimento, especialmente para o caso de equipamentos de processo petroquímico, com a aplicação justificada por requisitos de normas de projeto em função do grau de segurança nos equipamentos que o setor exige, pela necessidade de integração entre as áreas e pelo simples fato de eliminar processos repetitivos na geração de desenhos técnicos para fabricação. É importante destacar também que existem poucos estudos sobre a gestão do conhecimento no PDP em empresas brasileiras do setor petroquímico e pela importante contribuição para a empresa estudada.

Jacoski (2007) afirma que padrões de vocabulário e conhecimento no processo de desenvolvimento do produto se faz necessário para “solucionar problemas que ainda representam um empecilho à evolução do processo de projeto”.

#### **1.4 Aspectos Metodológicos**

Este trabalho pode ser classificado como:

- Quanto à natureza da pesquisa: o trabalho é definido como uma pesquisa aplicada, pois procura produzir conhecimentos para aplicação práticos dirigidos a solução do problema;
- Quanto à abordagem da pesquisa: é definido como uma pesquisa qualitativa, pois o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuições de significado;

- Quanto à classificação da pesquisa: a pesquisa-ação procura estabelecer uma relação de ação com o problema e a interação do pesquisador com o grupo no objetivo de diagnosticar, elaborar, aplicar e avaliar os resultados de um método proposto;
- Quanto ao tipo da pesquisa: é uma pesquisa exploratória porque o autor fará levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão da situação.

### **1.5 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está estruturado em 8 seções. A primeira seção aborda a introdução do trabalho e contextualiza o tema abordado, são apresentados os objetivos e as justificativas da pesquisa, finalizando com a estrutura do trabalho. A seção 2, com o título “Gestão do Conhecimento”, apresenta os principais conceitos e definições acerca do conhecimento, procurando estudar assuntos com relação à informação, conhecimento e administração.

A seção 3 descreve o processo de desenvolvimento de produto, incluindo uma análise sobre a visão da gestão de projetos e das fases do processo de desenvolvimento de produto (PDP), abordando também ferramentas do sistema CAD neste processo.

A seção 4 contextualiza a empresa pesquisada e a indústria brasileira de processo petroquímico, com uma descrição do produto estudado denominado vaso de pressão.

Cabe a seção 5 o detalhamento dos métodos utilizados nesta pesquisa, incluindo o desdobramento dos objetivos, as escolhas metodológicas, as formas de coleta e análise dos dados e as etapas que caracterizam a proposta desta pesquisa.

No capítulo 6 é apresentado o trabalho na empresa, o comitê de implantação, os fatores de influência para o desenvolvimento, a conversão do conhecimento no desenvolvimento do produto e aplicação da planilha eletrônica do conhecimento como suporte a engenharia do produto.

Na seção 7, são descritos e discutidos os resultados obtidos com a aplicação do método de trabalho para auxiliar as equipes de desenvolvimento de produto no (PDP).

Na seção 8, é destacado os pontos importantes do desenvolvimento da pesquisa na empresa e algumas recomendações que merecem ser destacadas na conclusão do trabalho

## 2. GESTÃO DO CONHECIMENTO

Neste capítulo apresentam-se a contextualização do conhecimento e suas origens nas organizações, com a ação humana e a percepção de uma interação entre o conhecedor (sujeito) e o conhecido (objeto). O embasamento teórico tem por finalidade compreender a relação entre dado, informação e conhecimento, que possam orientar a criação e conversão do conhecimento em tácito e explícito dentro dos limites da organização, e ainda, a tecnologia da informação é importante ferramenta de interação do conhecimento organizacional permitindo manipular e disseminar o conhecimento como suporte na tomada de decisões.

### 2.1 Contextualização do conhecimento

O conhecimento está no centro do desenvolvimento das sociedades e organizações, ou seja, desde que o homem se deu conta da importância de saber questionar o significado de algo real ou aparente. Segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p.24), “a história da filosofia desde o período grego pode ser vista como o processo de busca a uma resposta à pergunta -(o que é o conhecimento?)”, existiam duas grandes tradições epistemológicas na filosofia ocidental que discutem sobre a origem do conhecimento, que são os Racionalistas e os Empiristas. Para os racionalistas o conhecimento é por dedução e flui através do raciocínio, com a argumentação de não ser um produto de experiência sensorial, mas sim um processo mental ideal. Por outro lado, o empirismo reconhece o conhecimento como sendo por indução e flui através de experiências sensoriais, com a alegação de não existir conhecimento a priori, mas sim uma única fonte do conhecimento com experiência sensorial. (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Segundo Bressan (2008, p.49), Immanuel Kant<sup>3</sup> reuniu uma síntese entre o racionalismo e empirismo, e esta síntese indica que temos outro caminho para o conhecimento: “nem o empirismo, em que a razão é passiva diante da realidade sensível, nem o racionalismo, em que conhecer é buscar o mundo inteligível”. Sintetizando as palavras, a produção do conhecimento não está ligado aos objetos, mas no modo de como conhecemos os objetos.

---

<sup>3</sup> Immanuel Kant (1724 - 1804) foi um filósofo prussiano, considerado como o último grande filósofo dos princípios da era moderna em que rejeitava o relativismo nas formas contemporâneas.

As intuições empíricas dizem respeito aos conhecimentos que fazem parte das sensações e entendimento, não havendo prioridades entre elas, mas sem a “sensibilidade o objeto não seria apreendido e sem o entendimento ele não seria pensado” (BRESSAN, 2008, p.50). Embora todo o conhecimento comece com a experiência, isto não demonstra que todo conhecimento surja da experiência, mas o entendimento pode ir além da experiência, e efetivamente o faz instituir a razão. Para David Hume<sup>4</sup>, ao contrario diz que o conhecimento tem relação entre causa e efeito, aonde não se chega ao conhecimento dessa relação por raciocínios prévios, ou seja, pela razão e sim pela experiência. (BRESSAN, 2008).

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p.24), o significado de conhecimento é alvo de dezenas de definições, que na maioria delas tem em comum a valiosa informação da mente humana como recurso renovável, e raciocínios que se integram ao valor de crença, sensações e entendimento do intelecto humano. Ainda segundo os autores o conhecimento humano está essencialmente relacionado com a ação humana e a percepção de uma interação entre o conhecedor (sujeito) e o conhecido (objeto), que estão em um processo contínuo de adaptação mútua e “que qualquer teoria adequada à criação do conhecimento precisaria conter elementos das duas”.

O conhecimento nas organizações é um recurso renovável de contínuas adaptações da mente humana, que oferece vantagem competitiva e criatividade na condução das estratégias de seus objetos. Pressupõem um processo de aprendizagem individual de natureza construtiva com resultados da criatividade e reflexão dos questionamentos aos objetos. (HOFFMANN, 2009).

## **2.2 Características da gestão do conhecimento: dados, informação e conhecimento**

Para Hoffmann (2009), para a definição da gestão do conhecimento é necessário compreender a relação entre dado, informação e conhecimento:

- Dados: é a matéria prima para se obter a informação;
- A informação é considerada dados interpretados que possibilitam a tomada de decisão ou tomada de ações;

---

<sup>4</sup> David Hume (1711 - 1776) foi um filósofo, historiador e ensaísta escocês que se tornou célebre por seu empirismo radical e seu ceticismo filosófico.

- O conhecimento são informações ou experiências adquiridas pelo aprendizado.

Ainda Hoffmann (2009), considera que existem várias maneiras de obtenção dos dados e que podem ser tanto pela execução de um processo de medição das atividades produtivas quanto pela percepção dos sentidos ou observações em reunião pelos seus participantes. Com isso o dado pode ser um registro estruturado de situações e transações em uma organização, que determina como disponibilizá-los e utilizá-los no processo de levantamento dos dados. A partir daí é possível classificar os dados, dependendo do seu uso e da forma, além de como são armazenados (em papel, em arquivo eletrônico, ou outro meio). Assim, dado é denominado uma informação considerada matéria-prima a ser utilizada na obtenção de: registros qualitativos ou quantitativos, textos, gráficos, fotografias e outros.

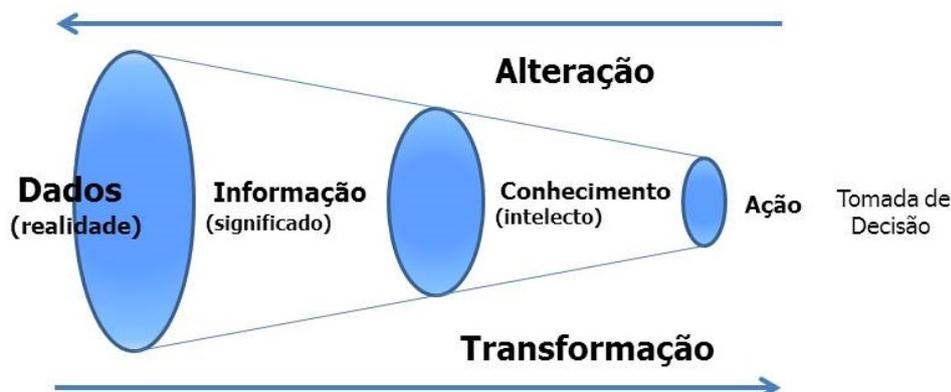
Para Amorim e Tomaél (2011), a distinção entre os tipos de informações são fatores que devem ser considerados em uma organização, pois existem informações que: (a) pode não contribuir com a organização, (b) levar uma vantagem competitiva ou (c) garantir sua sobrevivência. Neste aspecto as informações são primordiais para a existência da organização, cabendo aos gestores identificar e classificar estes tipos de informações na forma de um documento, armazenando em planilhas, softwares ou sistemas que ajudem as pessoas e a organização na tomada de decisão.

Nonaka e Takeuchi (1997) definem a informação como um fluxo de mensagens embasado nos valores de quem os detém, e são criados de forma dinâmica entre as pessoas e transformada organizacionalmente em conhecimento.

Este conhecimento é um recurso renovável, cresce à medida que é explorado e está associado às ações da vida humana caracterizando assim uma capacidade de ação, que está relacionado a “experiências, crenças, informação, teorias, princípios, descrição, hipóteses, conceitos, compromissos e procedimentos que são verdadeiros para quem os possui”. (FARIAS, 2011, p.8).

O conhecimento é criado e compartilhado entre as pessoas e organizações, não surge de banco de dados, mas aparecem com a experiência, sucessos, falhas e aprendizagem, elementos que determinam uma tomada de decisão. Para Hoffmann (2009), essas necessidades e desejos de adequar o conhecimento na organização, tem o estreito vínculo com os propósitos/objetivos do processo decisão e ação. A figura 1 demonstra esse processo de transformação dos dados em conhecimento, como uma via de mão dupla.

Figura 1: Processo de transformação dos dados em conhecimento.



Fonte: Hoffmann (2009, p.22).

Esta relação entre dados, informação e conhecimento estão relacionados com o processo de transformação do dado primitivo em conhecimento adquirido para tomadas de decisão.

### 2.3 Gestão do conhecimento organizacional: criação e conversão do conhecimento

Para Hoffmann (2009, p.84), “uma organização possui diferentes níveis de conhecimento, em níveis iniciais são os conhecimentos que a tornam bem informada”, possibilitando agir com estratégia na condução dos seus objetivos, pois cada decisão ou ação tomada em um procedimento afeta toda a organização.

Como o conhecimento é criado por indivíduos o “papel da organização é oferecer possibilidades para que o aprendizado individual ocorra” com um ambiente favorável que permita o compartilhamento da informação e que as conduzam ao aprendizado organizacional. (HOFFMANN, 2009, p.88). Segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p. 65), o processo de construção do “conhecimento, ao contrário da informação, diz respeito a compromissos e crenças” e está diretamente relacionado ao comportamento, à atitude e a uma intenção específica.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), a estrutura do conhecimento tem duas dimensões – ontológica e epistemológica. Pela dimensão ontológica o processo se preocupa com a ampliação do conhecimento organizacional em oposição à criação do conhecimento individual, além de que interagem entre si e dentro dos limites da organização. Na dimensão

epistemológica o homem faz uma reflexão sobre o conhecimento produzido por experiências próprias e orientado em duas distinções que são:

- Conhecimento tácito – difícil de ser articulado na linguagem formal, é um tipo de conhecimento mais importante, incorporado à experiência individual que envolve fatores intangíveis como, por exemplo, crenças pessoais, perspectivas e valores pessoais.
- Conhecimento explícito – é articulado na linguagem formal e sistemática, com facilidade de transmissão de conhecimento. O quadro 1 traz as principais definições dos tipos de conhecimento descritos por Nonaka e Takeuchi (1997).

Para Vahedi e Irani (2010) o conhecimento explícito é o conhecimento formal e pode ser encontrado em documentos (como relatórios, artigos, manuais, etc.) nas organizações. O conhecimento tácito são experiências individuais e compartilhadas de forma direta ou pessoal.

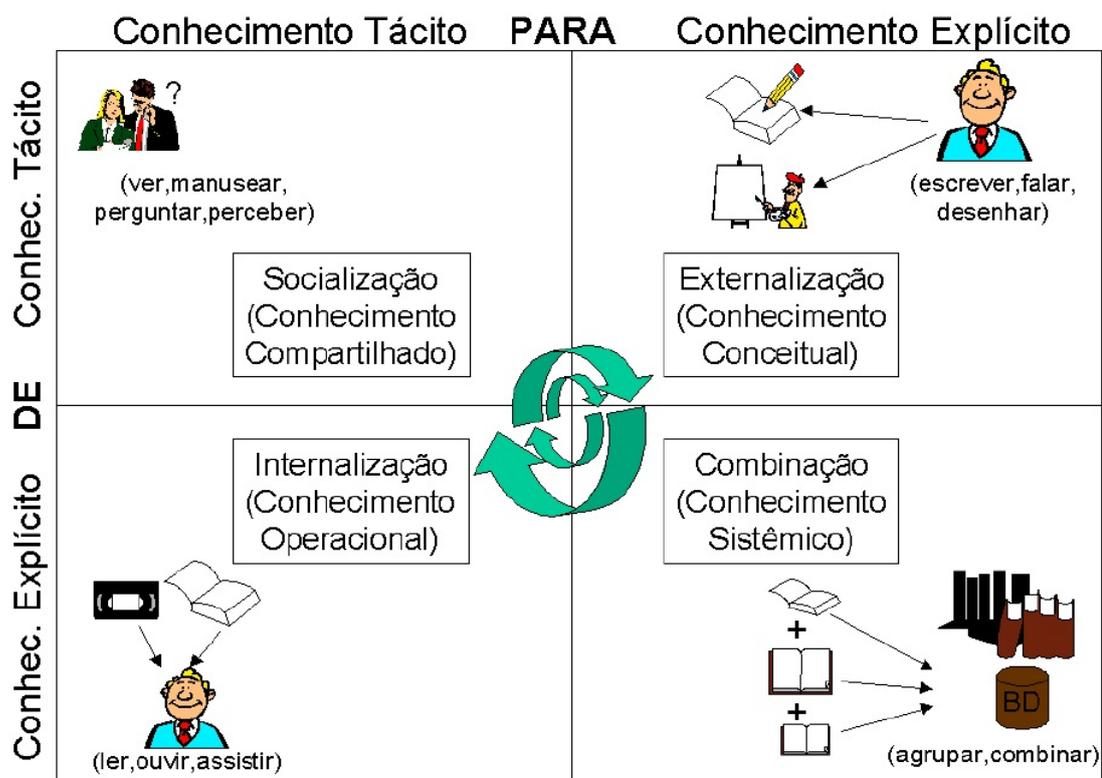
Quadro 1: Tipos de Conhecimento.

<b>Conhecimento Tácito (Subjetivo)</b>	<b>Conhecimento Explícito (Objetivo)</b>
• Conhecimento da experiência (corpo)	• Conhecimento da racionalidade (mente)
• Conhecimento simultâneo (aqui e agora)	• Conhecimento sequencial (lá e então)
• Conhecimento análogo (prática)	• Conhecimento digital (teoria)

Fonte: Nonaka e Takeuchi, (1997, p.67).

Na dimensão epistemológica a conversão do conhecimento tácito em explícito, é definida em quatro conversões possíveis: a socialização, a externalização, a internalização e combinação. Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), existem quatro modos diferentes de articulação do conhecimento como mostra a figura 2, gerando assim uma espiral do conhecimento.

Figura 2: Quatro modos de conversão do conhecimento.



Fonte: Silva (2002, p.45).

Ramos (2011) descreve os modos de conversão do conhecimento em:

- de conhecimento tácito em conhecimento tácito (socialização): é o processo pelo qual as experiências são compartilhadas através de vivência cotidiana na organização como: observações, imitações e sessões de brainstorming;
- de conhecimento tácito em conhecimento explícito (externalização): é o processo que normalmente é provocado por meio de dialogo e reflexão coletiva com a combinação de intuição e dedução de novos conceitos;
- de conhecimento explícito em conhecimento explícito (combinação): é o processo pelo qual as informações são acrescentadas, seja em reuniões, conversas, treinamentos ou através das redes de internet ou intranets;
- de conhecimento explícito em conhecimento tácito (internalização): é o processo relacionado a mudanças e enriquecimento das práticas do conhecimento tácito acumulado como forma de desenvolvimento organizacional.

Segundo Farias (2011, p.13), o conhecimento organizacional só acontece com uma cultura e ambiente que “permita, promova e recompense a livre circulação de ideias, pois o conhecimento somente se difunde quando existem processos de aprendizagem”.

Para entender o processo de criação do conhecimento é necessária a análise dos quatro modos de conversão do conhecimento e as cinco condições que promovem a criação do conhecimento. Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a criação do conhecimento é entendido como a capacidade que uma organização tem de criar conhecimento e transformá-lo em soluções para os problemas existentes, assim como criar inovações de produtos e processos. Para esse processo de criação do conhecimento supõe cinco fases, ou seja:

- na primeira fase: o conhecimento tácito é mantido pelos indivíduos com diferentes históricos, perspectivas e motivações, torna-se a etapa crítica com relação a criação do conhecimento organizacional e sugere o dialogo pessoal afim de interagir uns com os outros;
- na segunda fase: a criação dos conceitos correspondem a um modelo do conhecimento tácito e compartilhado através de diálogo coletivo e verbalizado em conceitos explícitos. Nessa fase os conceitos são criados coletivamente por meio de diálogos e a autonomia dos membros com a intensão de servir como ferramenta convergindo para uma única direção.
- na terceira fase: é definido pela justificação dos conceitos, quando a organização passa a administrar os novos conceitos definidos pelos indivíduos e pela equipe;
- na quarta fase: a construção de algo tangível e concreto em cooperação dinâmica entre as pessoas de diversas áreas da organização, através de protótipo, ou maquetes, ou modelos que possa convergir à vários tipos de know-how;
- na quinta fase: seria a difusão do conhecimento do que foi criado, justificado e transformado em modelo, propiciando um novo ciclo de criação do conhecimento;

Outro ciclo para criação do conhecimento é proposto por Davenport e Prusak (1999 apud Ferrari, 2002, p.19), que o descreve em algumas formas de geração e troca de conhecimento:

- Aquisição: uma empresa, ao adquirir outra, assimila o conhecimento da primeira.

- Aluguel: financiamento de projetos específicos para a geração de conhecimento, como o financiamento empresarial em universidades.
- Recursos dirigidos: formação de grupos internos de Pesquisa e Desenvolvimento para a geração de conhecimento.
- Fusão: que ao introduzir complexidade e até mesmo conflito entre as empresas relacionadas na fusão, pode gerar novos conhecimentos.
- Adaptação: as constantes mudanças do ambiente fazem com que as organizações tenham que se adaptar e aprendam com isso.
- Redes: o conhecimento também é gerado por redes informais e auto-organizadas, as quais podem tornar-se mais formalizadas com o tempo.

Assim, algumas abordagens sobre o conhecimento e a aprendizagem organizacional estão focando em como as organizações administram ou fazem a gestão do conhecimento.

Todas as “organizações possuem um conhecimento que é a capacidade de executar coletivamente atividades que as pessoas não conseguem fazer atuando de forma isolada”. Essas tarefas são administradas nos processos da empresa de forma a contribuir nos produtos e na imagem da organização na sociedade. (BRITO, 2008 p.135).

## **2.4 Tecnologia de Informação (TI) na gestão do conhecimento**

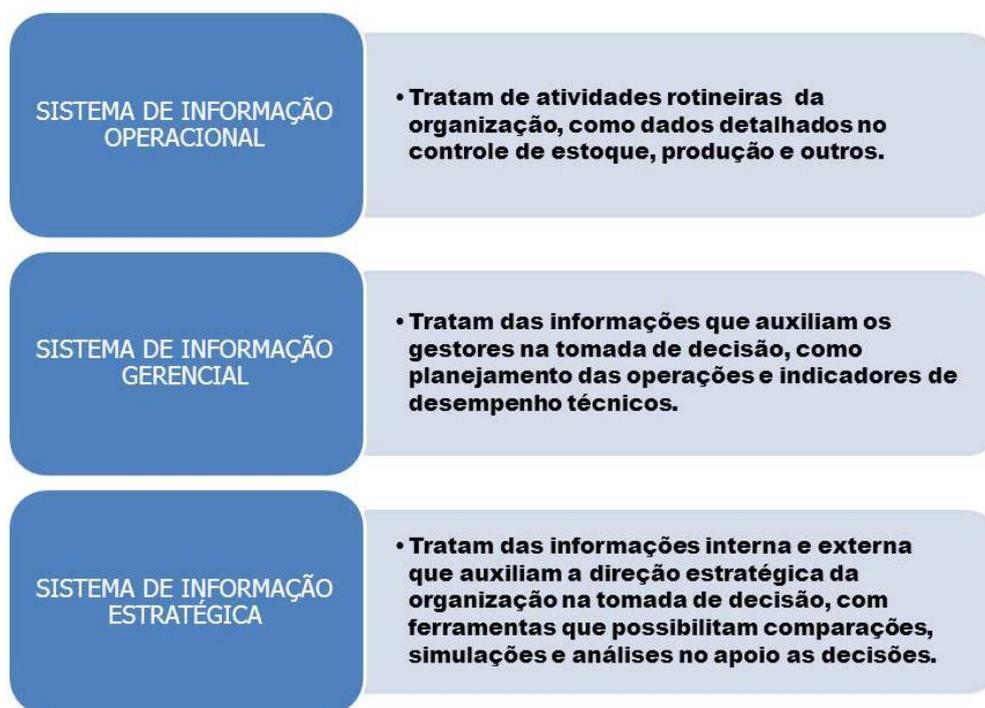
A tecnologia de informação utilizada nos processos de gestão do conhecimento é cada vez mais empregada como instrumento que não apenas capta e dissemina o conhecimento, mas mantém através da transferência do conhecimento tácito as organizações competitivas nos mercados. Para Rossetti e Morales (2007), é cada vez mais intensa a percepção de que a tecnologia da informação e gestão do conhecimento não pode ser dissociada de qualquer atividade na organização em que compartilham tecnologia como agregador de valor ao produto.

Normalmente os sistemas apresentam estruturas de entrada e resultam em saídas ou resultados, podendo ser manuais e em outros casos quando se tem um elevado volume de dado ser um sistema de tecnologia da informação. Seguindo critérios do tipo de informação processada, como mostra a figura 3, uma organização antes de realizar qualquer decisão sobre qual tipo de sistema de tecnologia adotar, é importante a definição da estratégia de TI

alinhada com os objetivos gerais da empresa para subsidiar a ferramenta de gestão do conhecimento. (HOFFMANN, 2009, p.134-135).

Com a utilização de ambientes computacionais como ferramenta na gestão do conhecimento, algumas atividades administrativas rotineiras podem ser automatizadas, permitindo manipular e disseminar o conhecimento como suporte na tomada de decisões. (DALFOVO, 2007).

Figura 3: Critério do tipo de informação processada.



Fonte: Adaptado de Hoffamann (2009, p.135).

Ainda para Hoffamann (2009), a escolha da ferramenta ou sistema de informação é fundamental na definição de duas estratégias competitivas normalmente encontradas nas organizações, uma delas é a de codificação em que as práticas organizacionais devem auxiliar no processo de criação de documentos e bancos de dados importantes para o tipo de negócio, e a outra, seria a estratégia de personalização em que envolve o contato entre as pessoas para troca de conhecimento tácito, incluindo o intercâmbio de pessoas de diferentes departamentos sem se preocupar com conhecimentos codificados em bancos de dados, e assim realizar o papel de multiplicadores do conhecimento com o uso da tecnologia somente para facilitar este processo (telefonemas, vídeo conferências, e-mails, etc).

Em uma organização a TI deve ser uma facilitadora dos meios para que as pessoas possam representar as melhores práticas e criar soluções para a evolução da organização. Segundo Ferrari (2002), um dos métodos mais conhecidos da TI na gestão do conhecimento é o repositório do conhecimento explícito estruturado, nesta categoria podem ser citados os sistemas GED (gerenciamento eletrônico de dados) que são repositórios corporativos de armazenagem de documentos. Outras tecnologias utilizadas estão citadas na figura 4, como o registro (que são todos os documentos gerados durante o processo de desenvolvimento do produto) e as sentenças (que são os tipos específicos de conhecimento em formatos padrão).

Figura 4: Sistemas de repositório do conhecimento.

SISTEMAS	REGISTROS	SENTENÇAS
Especialistas	Codificado	Possuem limitações, como a dificuldade em extrair conhecimento.
Baseado em Limitações	Orientados para objetos	Grande volume de dados, baseado em objetos que definem a tomada de decisões mais complexas.
Conhecimento em Tempo Real	Raciocínios baseados em casos	São inseridos uma serie de casos que representam o conhecimento de uma determinada área.
Análise de prazo mais Longo	Efeito "caixa preta", difícil explicar os resultados	São ferramentas orientadas para estatística que primam pelo uso de dados para classificar casos em categorias.
<i>Groupware e Workflow</i>	Redes baseados em comunicação	Permitem codificar os processos entre grupos de usuários e transferência do conhecimento mais rígida.

Fonte: Adaptado de Ferrari (2002, p. 24-25).

Segundo Vahedia e Irani (2010), a melhor maneira de sistematizar a tecnologia da informação na gestão do conhecimento é obtendo a combinação de consciência dos limites da TI e do fato de que qualquer implantação necessite de uma mudança organizacional.

Assim uma implantação demanda um desenvolvimento da cultura organizacional receptiva, em que valorize as condições mutáveis do ambiente por meio da aprendizagem organizacional. (BARBOSA, 2008).

Embora a tecnologia da informação seja um excelente recurso e valioso suporte a gestão do conhecimento, não é suficiente a outros fatores intrinsicamente ligados as características humanas, quando se necessário gerenciar recursos que envolvem pessoas e tecnologias. (ROSSETTI e MORALES, 2007).

Para Medeiros (2008), a função de controlar o conhecimento com a adoção de recursos tecnológicos, pode resultar em aspectos negativos como: (a) perda do papel gerencial com pensamentos focados no controle e (b) prejudicar aspectos motivacionais devido à falta de estímulo pela construção do conhecimento. Seguindo o mesmo pensamento Vahedia e Irani (2010), advertem sobre a atitude que impulsionam os investimentos em TI, possivelmente em detrimento da falta de investimentos em capital humano e o papel do conhecimento tácito nas organizações.

### **3. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO (PDP)**

Neste capítulo apresentam-se os conceitos do PDP, com a visão de desenvolvimento do produto e a descrição das atividades nas fases de (Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento), destacando o papel da engenharia de produto e as tecnologias com o uso do CAD 3D.

#### **3.1 Conceitos e definições do PDP**

De modo geral, desenvolver produtos é um processo em que “uma organização transforma dados sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto comercial”. CLARK e FUJIMOTO, (1991 apud AMARAL, 2008).

Para Freitas (2004), independente da natureza do negócio, o PDP desempenha funções de âmbito interno ou externo geralmente orientado para soluções de problemas técnicos do cliente e desenvolvimento de novos produtos.

Segundo Browning et.al. (2006, p.105), o processo pode ser também um grupo organizado de atividades relacionadas, que “trabalham em conjunto para criar um resultado de valor ou uma rede de relações cliente-fornecedor em que as atividades da unidade produzam resultados de valor”.

Davenport e Nohria (1994) caracterizam o processo como uma atividade que permite a entrada de informações, resultando em uma saída para um cliente claramente identificado na obtenção de resultados, em vez de habilidades funcionais ou relações hierárquicas. Pode-se destacar que “mudar a estrutura funcional da empresa para uma estrutura por processos implica definir a responsabilidade pelo andamento do processo, minimizar as transferências e maximizar o agrupamento de atividades”. (GONÇALVES, 2000, p.15).

O agrupamento das atividades é uma forma de organização do desenvolvimento de produtos, que busca melhorar a capacidade competitiva no mercado, através da redução do tempo de desenvolvimento de um novo produto. (FREITAS, 2004).

Mendes (2008) define o PDP como uma evolução da visão técnica proporcionada pelo enfoque da engenharia na dimensão estratégica e gerencial, destacando as seguintes características:

- é um processo de negócios crítico para a competitividade das empresas;

- é um processo composto por atividades organizadas em fases ou etapas, mas cuja execução pode dar de maneira simultânea;
- compreende um sistema de decisões e controle que permite avaliar continuamente o desempenho de um projeto e do produto;
- é um processo de transformação de informações;
- inicia-se com a busca de oportunidades de mercado e tecnologias e se estende por todo o ciclo e vida do produto;
- deve ser um processo estruturado e sistemático que é operacionalizado por meio de portfólio de projetos;
- é um processo no qual ocorrem ciclos de interação entre atividades e informação;
- é o processo cuja eficácia e eficiência dependem do uso de boas práticas de gestão.

### **3.2 Visão do produto**

A visão do produto é o compartilhamento da estratégia da empresa com a realidade do mercado, que normalmente é definida como forma de manutenção ou mudanças no setor que atuam. De acordo com Chen et al. (2010 apud Benassi et al, 2011, p.2), a visão do produto com relação a sua estratégia determinam suas habilidades para rapidamente desenvolver novos produtos e assegurar que fique de acordo com o cronograma.

Desenvolver produto consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades de 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. (ROZENFELD et al., 2006).

Para desenvolver um produto a partir da necessidade de mercado, a organização deve desenvolver uma estratégia de inter-relacionamento entre os setores, mostrando diferentes estratégias de projeto e produto, bem como melhorias nos produtos já existentes. (MELLO, 2005).

Segundo Ferreira (2012), o termo visão do produto é uma combinação entre competências e estratégias organizacionais que está entre a fase intermediária e escopo do processo de desenvolvimento do produto (PDP).

### **3.3 Desenvolvimento de produto**

A relação entre organização e o mercado é dinâmica, bem como tem impulsionado a criação e aperfeiçoamento da diversidade de produtos em novos mercados, mostrando-se em diferentes estratégias de projeto e processos. (MELLO, 2005).

A fim de melhorar os processos e a competitividade, as organizações precisam adaptar os produtos aos padrões de competição do mercado que atuam. (MICHELS e FERREIRA, 2013).

Frequentemente, aborda-se o projeto e processos como se fossem atividades separadas. Na prática, entretanto, processo compreendem um conjunto de atividades organizadas com objetivos atualizados periodicamente, entretanto nos projetos também tem um conjunto de atividades, porém, são únicos e temporários (ROZENFELD et al., 2006).

Segundo Chao e Kavadias (2008 apud Paula, 2011), definem produto como resultado de um processo, em que também é necessário o conjunto de atributos de tecnologia. Esses mesmos autores afirmam “que os atributos representam parâmetros chave do produto, como arquitetura principal do produto, tecnologias de componentes, características de projetos e especificações do processo de manufatura”.

Para Clark & Wheelwright (1993 apud Carvalho e Toledo, 2008), esta interação entre os processos de desenvolvimento do produto na estrutura organizacional são necessárias, pois acaba envolvendo profissionais multifuncionais nas atividades a serem executadas de acordo com a natureza do produto e projeto, caracterizando assim estruturas dominantes como descritas a seguir.

- Estrutura funcional: são reunidos profissionais com a mesma área de conhecimento e suas atividades acontecem dentro de cada departamento, monitoradas por um gerente funcional.
- Estrutura matricial: cada função indica um representante para integrar a equipe de projeto e acompanha o processo ao longo do desenvolvimento do projeto, sendo suas atividades orientadas por um gerente de projeto.

- Estrutura autônoma: são reunidos profissionais de diferentes áreas funcionais que se dedicam exclusivamente a equipe de projeto, normalmente as soluções tendem a ser únicas e muitas vezes se tornam uma nova unidade de negócios, nesta estrutura o líder tem pleno controle pelos departamentos funcionais.
- Estrutura pesquisa e desenvolvimento (P&D): uma equipe de profissionais independente realiza atividades de pesquisa voltadas ao desenvolvimento de tecnologias que deverão ser incorporadas em novos produtos.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), uma das principais explicações para a ampliação da visão do desenvolvimento do produto é o gerenciamento do ciclo de vida do produto, essencial para o controle do tempo, comunicação e disponibilização de informações que suportem as tomadas de decisões em vista as metas de projeto.

O processo de desenvolvimento do produto na situação tradicional, figura 5, tem a participação do planejamento estratégico com a diretriz da alta cúpula da organização, o desenvolvimento do produto na qual a engenharia especifica e detalha o produto para a produção/manufatura desempenhar a fabricação do produto solicitação do cliente. Na proposta de um novo escopo, envolvendo as atividades a serem executadas pelos profissionais das áreas de marketing, pesquisa e desenvolvimento, engenharia do produto, suprimentos e manufatura, em que cada departamento desenvolve suas atividades, mas que são complementares ao objetivo de concluir o produto. (ROZENFELD et al., 2006).

Figura 5: Escopo do PDP.



Fonte: ROZENFELD et al., (2006, p.11).

Para Rozenfeld et al. (2006), quanto ao novo escopo de desenvolvimento do produto, em que cada vez mais os processos são incorporados como um ciclo permitindo ser gerenciada e realimentadas mais rapidamente pelos profissionais da equipe de projeto. Para Abbud (2009), com a caracterização de engenharia simultânea e desenvolvimento integrado do produto, a redução do tempo e custo de projetos são possibilidades tangíveis dentro do desenvolvimento estratégico da organização.

Estima-se que são possíveis reduções no tempo de lançamento do produto, se identificado os problemas antecipadamente, além de reduzir revisões de documentos, tempos de retrabalhos na produção. (ROZENFELD et al., 2006). Ainda segundo o autor, existem abordagens com ênfase nas equipes multifuncionais com forte liderança e com participação de profissionais especialistas de diversas áreas funcionais resultaram em melhorias no desenvolvimento e rapidez nas respostas para o cliente interno e externo.

### **3.4 Atividades do processo de desenvolvimento de produto (PDP)**

Para Andrade et al. (2010), o processo de desenvolvimento de produto apresenta características semelhantes em suas fases e etapas, com isso, é possível agrupar estas características em:

- Fase de Pré-Desenvolvimento do Produto, a qual busca integração do planejamento estratégico da empresa, do produto e do projeto;
- Desenvolvimento do Produto deverá contemplar os problemas de projeto como: ciclo de vida, equipe e necessidades, especificação, conceitos (síntese de soluções alternativas para o produto) e ainda o projeto preliminar (estrutura do produto, dimensionamento, modelagem, simulação de sistemas técnicos ou de tecnologias), projeto detalhado (normatização, representação e documentação de sistemas técnicos);
- Pós-Desenvolvimento do Produto, que realiza o acompanhamento de todo o *workflow* do processo de inserção no mercado e alguns casos a retirada e descarte do mesmo. Esta fase segundo Rozenfeld et al. (2006), determina uma

[...] entrega de um conjunto de resultados (*deliverables*), que, juntos, determinam um novo patamar de evolução do projeto de desenvolvimento. Os resultados criados em cada fase permanecerão “congelados”, a partir do momento em que a fase é finalizada. Por exemplo, ao término da fase de projeto conceitual, um novo nível de evolução é atingido.

Normalmente ao término da fase, os times de projetos são dissolvidos e seus membros são alocados para outros projetos, porém o processo de desenvolvimento de produtos ainda não terminou, pois é necessário o acompanhamento do produto durante todo seu ciclo de vida. (ROZENFELD et al., 2006).

Outro ponto destacado por Rozenfeld et al. (2006), é a temporalidade usual destas fases, em que o pré-desenvolvimento leva dias e pode estar associados ao planejamento estratégico anual da empresa, para fase de desenvolvimento pode variar de acordo com a complexidade do produto e a novidade que se apresente para a empresa. Em alguns casos o pós-desenvolvimento ficará a cargo do tipo de bens de consumo que esta trabalhando, podendo acontecer melhorias muitos anos após o término de sua produção, como é o caso de aeronaves.

Para Freitas (2004, p.32), o sucesso nas atividades do PDP não ocorre apenas na aplicação de metodologias, mas também através de ideias, troca de experiências e tentativas de diminuir as barreiras de relacionamento decorrentes de objetivos departamentais ou organizacionais.

### **3.5 Dimensões do processo de desenvolvimento do produto**

Para Freitas (2004), a estruturação do desenvolvimento do produto em dimensões auxilia na gestão e demais estratégias, por facilitar a comunicação e integração entre pessoas da equipe de desenvolvimento internas e externas à empresa.

Segundo Silva (2002), existem perspectivas relevantes que contribuem nas dimensões do PDP: estratégias, organização, atividades/informação e recursos.

- Dimensão estratégica: são derivados do planejamento estratégico da empresa e engloba níveis decisórios (análise de mercado; estratégias tecnológicas; análises de competências e capacidade da empresa);

- Dimensão organizacional: são perspectivas organizacionais e comportamentais predominantes do (gerenciamento; liderança; relações interfuncionais e interdepartamentais);
- Dimensão de atividades/informação: é a sistematização das atividades definidas pelas estratégias através de informações empregadas nas dimensões anteriores.
- Dimensão recursos: são métodos, técnicas, ferramentas e sistemas que podem auxiliar nas dimensões anteriores, especialmente na dimensão de processo (QFD; DFMA; CAD/CAE/CAM/CAPP; FMEA; etc.).

### **3.6 O papel da engenharia no desenvolvimento do produto**

Para Carvalho (2006), a engenharia atua estrategicamente nas fases de projeto do produto e do processo, desenvolvendo protótipos e realizando testes de acordo com a necessidade do projeto do produto. A partir das definições dos dados de entrada do projeto, a engenharia detalha o produto, a depender do caso, escolhe dentre as tecnologias de produção disponíveis para aquisição do produto em desenvolvimento.

Num contexto mais abrangente, Almeida (1981 apud Carvalho, 2006) identifica vários papéis para a Engenharia:

- Reunir os elementos de entrada (bens, mão-de-obra, ciência e tecnologia) e, de modo criativo, produzir uma nova tecnologia.
- Apresentar alternativas viáveis do ponto de vista tecnológico.
- Escolher entre as várias alternativas, segundo algum critério de avaliação.
- Preparar a tecnologia para atender a uma necessidade.
- Realizar os projetos do produto, da fábrica, da operação, dos equipamentos e materiais, do serviço de treinamento do pessoal.

Refere-se ao processo de projetar e desenvolver produtos e sistemas, que serão apresentados ao mercado e por algum processo de manufatura de produção. Geralmente envolve atividades de custos, capacidade de produção, qualidade, desempenho, confiabilidade, facilidade de manutenção e as características do usuário na organização. Almeida (1981 apud CARVALHO, 2006).

As descrições do ciclo de vida do projeto compartilham diversas características comuns: formulário de transferência de informações técnicas, entrega de componentes técnicos e listas de verificação para oferecer estrutura e controle. (PMBOK, 2004).

Segundo PMBOK (2004, p.26), as principais partes interessadas em todos os projetos incluem:

- **Gerente de projetos.** A pessoa responsável pelo gerenciamento do projeto.
- **Cliente/usuário.** A pessoa ou organização que utilizará o produto do projeto. Podem existir várias camadas de clientes. Por exemplo, os clientes de um novo produto farmacêutico podem incluir os médicos que o receitam, os pacientes que o utilizam e as empresas de saúde que pagam por ele. Em algumas áreas de aplicação, os termos cliente e usuário são sinônimos, enquanto em outras, cliente se refere à entidade que adquire o produto do projeto e usuários são os que utilizarão diretamente o produto do projeto.
- **Organização executora.** A empresa cujos funcionários estão mais diretamente envolvidos na execução do trabalho do projeto.
- **Membros da equipe do projeto.** O grupo que está executando o trabalho do projeto.
- **Equipe de gerenciamento de projetos.** Os membros da equipe do projeto que estão diretamente envolvidos nas atividades de gerenciamento de projetos.
- **Patrocinador.** A pessoa ou o grupo que fornece os recursos financeiros, em dinheiro ou em espécie, para o projeto.
- **Influenciadores.** Pessoas ou grupos que não estão diretamente relacionados à aquisição ou ao uso do produto do projeto mas que, devido à posição de uma pessoa na organização do cliente ou na organização executora, podem influenciar, positiva ou negativamente, no andamento do projeto.
- **PMO.** Se existir na organização executora, o PMO poderá ser uma parte interessada se tiver responsabilidade direta ou indireta pelo resultado do projeto.

A parte de interesse da pesquisa na empresa compreende a organização executora e membros da equipe de projeto, para a transferência de tecnologia através gestão do conhecimento com o grupo de pessoas da organização. Para as equipes de projetos

compartilharem suas atividades com a organização, o mecanismo de comunicação é através da elaboração de documentos técnico, que inclui o uso de ferramenta do software CAD 3D<sup>5</sup>.

### 3.7 Tecnologia do software CAD 3D

Para Jeng (2006), o rápido avanço da tecnologia da informação tem influenciado o processo de desenvolvimento de produtos em muitas empresas de manufatura. Ainda Jeng (2006), a tecnologia CAD 3D é um exemplo de tecnologia da informação, em que é possível definir componentes do produto na forma de dados digitais. O software CAD 3D dentre suas aplicabilidades também pode ser utilizada em modelagem sólida paramétrica, incluindo análise de projetos, modelando as peças por desenho e características de projeto.

A ferramenta fundamental de integração dos processos CAD com o processo de desenvolvimento do produto é o modelo tridimensional de todos os componentes do produto, normalmente chamado de maquete eletrônica. A visão dos processos a partir dos modelos 3D representa uma inversão dos procedimentos tradicionais e uma inovação relevante na indústria. Neste ponto de vista, todos os procedimentos (principalmente os processos de design) começam enxergando o objetivo do negócio com os olhos da equipe de projeto. Esta nova visão engloba as condições para a inovação de processos, principalmente porque promove uma revisão do processo e focaliza no produto final as necessidades do cliente. (STEINGRÄBER, 2003).

Ainda Steingräber (2003, p.26), a situação mais comum de projeto, quando a equipe de fabricação terá atuação na fase posterior ao projeto, o modelo 3D convencional permite exercer, com eficiência, a revisão no projeto na sua forma mais simples de revisão de projeto (*design review*<sup>6</sup>). Este procedimento sempre revela inconsistências de projeto que são, em grande parte, erros de dimensões e conceitos de montagem final do produto. Quanto à revisão do projeto modelo 3D convencionais são úteis para os seguintes procedimentos:

- Identificar interferências e outras inconsistências de projeto;
- Investigar métodos de fabricação mais eficientes;

---

<sup>5</sup> CAD 3D: é feita com base na capacidade do programa em desenhar em 3 dimensões ou modelos tridimensionais.

<sup>6</sup> *Design review*: a forma totalmente digital para visualizar, marcar, medir, imprimir e controlar as alterações para arquivos de projeto 2D e 3D.

- Identificar pesos, área e volume de difícil cálculo;
- Simulação animada de montagens do produto;
- Simulação de transportes e montagens de campo.

Segundo Silva (2002, p. 97), a “visualização em 3-D permite que a representação de uma ideia (Externalização) perca supostamente menos conhecimento da transição tácito para explícito em comparação a uma representação em 2-D<sup>7</sup>”. Para Nobeoka & Baba (1998 apud Silva, 2002), as características do sistema CAD 3D melhora a comunicação entre projetistas e engenheiros facilitando a socialização, como uma linguagem padrão e estimulando a troca de conhecimento entre as equipes.

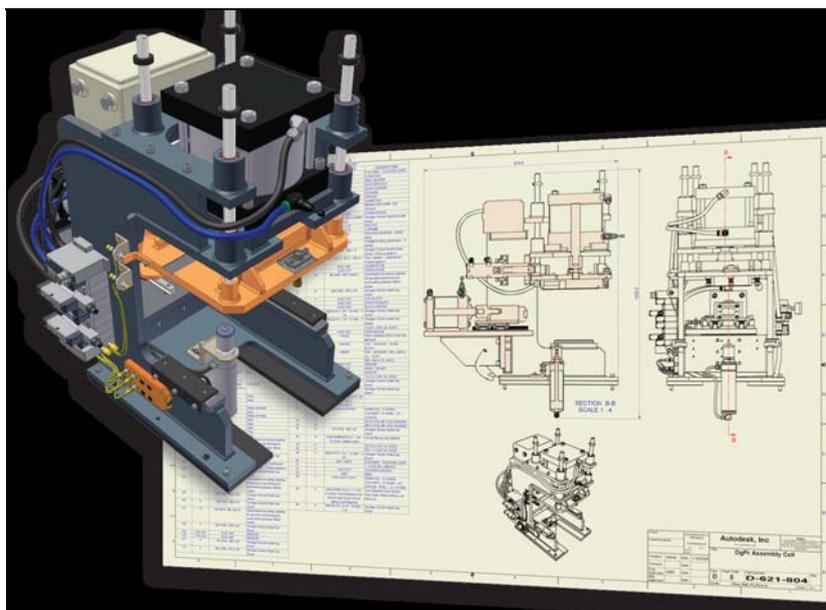
A modelagem 3D não deve ser aproveitada como mera figura de visualização do projeto e sim como um banco de dados de parâmetros de engenharia para cada projeto. Cada objeto tridimensional deve auxiliar as equipes na formação de custo, planejamento e de interações de projeto e montagem. A figura 6 relaciona mais algumas aplicações da modelagem CAD 3D no desenvolvimento do produto.

- Acesso instantâneo a toda informação em cada componente;
- Representação gráfica de cálculos mecânicos;
- Resumo visual de todo o projeto;
- Ajuda na confecção de relatórios de análises estruturais;
- Ajuda as equipes de fabricação com instruções técnicas do projeto;

---

<sup>7</sup> CAD 2D: é feita com base na capacidade do programa em desenhar apenas em 2 dimensões.

Figura 6: Protótipo digital 3D.



Fonte: Empresa pesquisada (2012).

Para o desenvolvimento da modelagem 3D em que as variáveis não atendem a um pré-requisito de medidas já estabelecidas de mercado (padronizadas), é necessária a pesquisa do parâmetro em normas ou catálogos do fabricante do produto. A aplicação do recurso tecnológico é melhorada a cada transferência de conhecimento para o modelo, até se obtenha um produto sem grandes revisões de projetos.

Uma das interações de softwares CAD 3D com as soluções de TI é a interface com outros programas, destacamos o Excel, sendo uma importante ferramenta na escolha da pesquisa na empresa, por ser de fácil utilização e disponível sem custo adicional ao projeto piloto.

## 4. INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

Neste capítulo o setor petroquímico apresenta-se com a necessidade de implantação de práticas que ajudem a cadeia produtiva do petróleo com relação ao controle de projetos e a relação que os equipamentos como vaso de pressão têm na segurança da operação nas refinarias.

### 4.1 Setor petroquímico: contexto

O setor petroquímico é um dos setores mais dinâmicos da indústria química, basicamente, em função do processo de refino de matérias-primas derivados do petróleo, como nafta<sup>8</sup>, do gás natural e outros gases destilados. Em função do processo de transformação ocorrido principalmente nas últimas décadas, quando se trata de questões ambientais, as empresas do setor buscam ser eficazes em seus projetos de tecnologia e inovação. (SÁ et al, 2007).

Ainda segundo Sá et al. (2007), a implantação de práticas que interprete os projetos ou iniciativas de gestão do conhecimento são considerados fundamentais para o setor petroquímico. A interpretação dos sistemas de normas e análise da gestão de processos incluem também requisitos relacionados pelos programas de qualidade e produtividade das empresas, normalmente disponibilizado em conhecimento explícito.

De acordo com Mello e Marx (2013), a dificuldade em melhorar os resultados em projetos de inovação no setor petroquímico certamente está relacionada às constantes mudanças de estrutura que as compreendem. Em algumas situações de estruturas, os profissionais envolvidos no projeto são isolados das atividades diárias, com a finalidade de desenvolverem novas tecnologias, mas na prática acabam voltando em função da conveniência dos recursos (financeiro e de pessoal) do projeto em si.

Uma das formas que os profissionais do setor petroquímico atuam é primeiramente levando o sistema a uma condição segura de projeto para depois verificar as melhorias e tomar decisões sobre o projeto. Ao mesmo tempo, as decisões necessitam de informações, conhecimento técnico, reflexão a partir das experiências anteriores e em alguns casos, essas

---

<sup>8</sup> Nafta é um líquido incolor, com faixa de destilação próxima à da gasolina. É utilizado na produção de eteno e propeno, além de outras frações líquidas, como benzeno, tolueno e xilenos.

possibilidades de diferentes combinações fazem a diferença para a estratégia da empresa. (KUENZER, et al. 2007).

Mello e Marx (2013) compartilham com Alves et al. (2005, p.310), no sentido de que as possibilidades de “informações a respeito das competências para inovar na indústria petroquímica brasileira não estão disponíveis por meio de nenhuma outra fonte, o que torna necessária a coleta de dados diretamente do universo que se pretende estudar”.

Para Landau (2012, p.95), os dados interpretados da indústria petroquímica geram conhecimentos técnicos que são reaproveitados em treinamentos e desenvolvimento de ferramentas que englobam modelos 3D nos projetos “com o objetivo, dentre outros, de melhorar a qualidade de seus projetos, evitando retrabalhos, diminuindo inconsistências, reduzindo prazos, etc.”.

#### **4.2 A cadeia produtiva do setor petroquímico**

Uma síntese sobre a cadeia produtiva do petróleo inclui as etapas complexas de exploração, produção, distribuição e refino. Para Piquet (2010, p.20), tratando-se de atividades complexas e de risco, são desenvolvidas por empresas especializadas (Shell, a Exxon e a Petrobras) denominadas de “petroleiras (*oil company*)” que contratam os serviços como os de sísmicas, perfuração, produção, equipamentos e peças. Todos esses serviços prestados são divididos no mercado entre as empresas de baixo conteúdo tecnológico, permanecendo as tarefas mais sofisticadas/rentáveis com as petroleiras.

Ainda segundo Piquet (2010, p.20), é na fase de prospecção e desenvolvimento da produção que se concentra toda estratégia do empreendimento, pois são exigidos matérias e serviços extremamente específicos, restringindo a competitividade de alguns países neste setor. Para demonstrar essa competitividade em termos de países a autora classificou em quatro categorias:

- 1. países com pequena produção de petróleo e fraca participação de fornecedores locais, sendo exemplos a Bolívia e Equador;

- 2. países com grande produção de petróleo e fraca participação de fornecedores locais, como Nigéria, Venezuela e alguns países da OPEP<sup>9</sup>;
- 3. países com pequena produção de petróleo e grandes fornecedores internacionais, como França e Itália;
- 4. países com grande produção de petróleo e grande participação de fornecedores locais, incluídos nesse caso os Estados Unidos, Noruega, Inglaterra e Brasil.

Oliveira (2007, p.46) destaca as etapas da cadeia produtiva do petróleo e parte da premissa de que o “processo de produção de bens pode ser representado como um sistema, onde as diversas etapas e os diversos atores estão interconectados por fluxos de bens (matéria-prima, materiais e equipamentos), de serviços, de capital e de informação”.

A seguir Oliveira (2007, p.46), descreve as etapas da cadeia produtiva do setor do petróleo e gás natural em:

- Exploração: é a fase inicial da cadeia produtiva, com o uso de técnicas sensoriais, investigação de mapas geológicos, análises dos dados coletados e concluindo com a prospecção da existência das reservas de petróleo e gás natural.
- Produção: inicia-se a extração de reserva de petróleo e gás natural, com a elaboração de um planejamento da produção que compreende a elaboração de projetos de engenharia e modelagem de reservatório, avaliação técnico/econômico da extração e mecanismos de produção. Em seguida inicia-se o desenvolvimento da produção com a perfuração do poço, implantação das instalações de coleta, tratamento, armazenamento e escoamento do petróleo, finalizando com a análise e controle da produção.
- Distribuição: o petróleo extraído é armazenado e escoado até os terminais marítimos abrigados em mar aberto ou em tanques situados ao lado dos terminais, mas também podem ser transportados por navios-petroleiros ou por dutos até as refinarias.

---

<sup>9</sup> Países da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) é uma organização internacional formada por países que são grandes produtores de petróleo, principalmente do Oriente Médio, África e América do Sul.

- Refinarias: é a etapa em que o petróleo bruto<sup>10</sup> é separado nas frações desejadas para processamento e transformação em produtos de maior valor agregado. Os processos de refino envolvem a passagem do petróleo por unidades de destilação, conversão, tratamento, etc, visando obter combustíveis, lubrificantes e parafinas.

Com relação à cadeia produtiva do petróleo, os vasos, reservatórios ou tanques de armazenamento são equipamentos importantes no processo de produção e muitas vezes estão submetidas a condições de risco, devido a elevadas pressões ou temperaturas durante o processamento do petróleo. Sua fabricação deve atender a normas técnicas específicas do setor, a fim de garantir a segurança do equipamento em operação.

### **4.3 Breve conceito sobre vaso de pressão**

Segundo Telles (2001), na indústria petroquímica, o processamento e estocagem dos produtos derivados do petróleo são realizados a altas e baixas pressões, sendo considerados de alto risco por conterem grande quantidade de energia acumulada no seu interior, estes equipamentos são assim denominados “vasos de pressão”. O nome vaso de pressão designa genericamente todos os recipientes estanques, de qualquer tipo, com as dimensões, formatos ou finalidades, capazes de conter um fluido pressurizado.

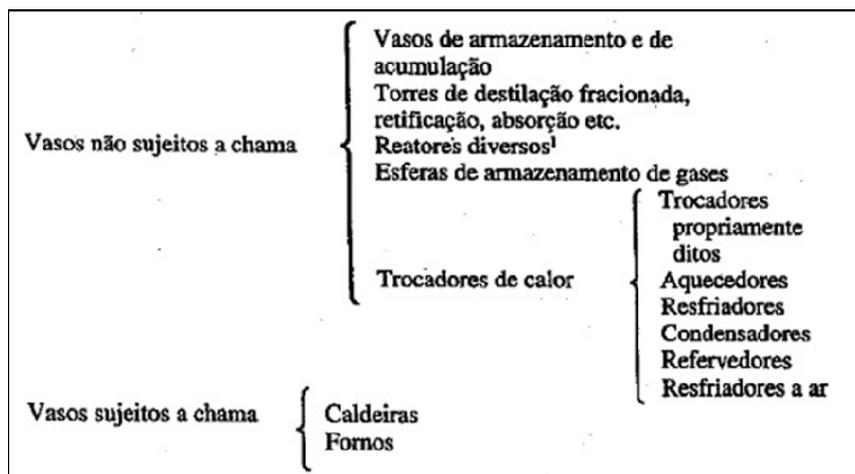
Ainda para Telles (2001), existem as condições que caracterizam a necessidade de um grau maior de confiabilidade destes equipamentos por estarem em uma cadeia contínua do processo e estão submetidos a um regime severo de operação, não tendo paradas para manutenção. Por isso, as condições de segurança devido ao manuseio de fluidos inflamáveis e tóxico, tornam o equipamento crítico no contexto de acidentes e desastres de grande proporção.

A figura 7 define as características de classe e finalidade do vaso de pressão com sua potencialidade como equipamento.

---

<sup>10</sup> Petróleo bruto é uma mistura de compostos orgânicos e inorgânicos onde predominam os hidrocarbonetos.

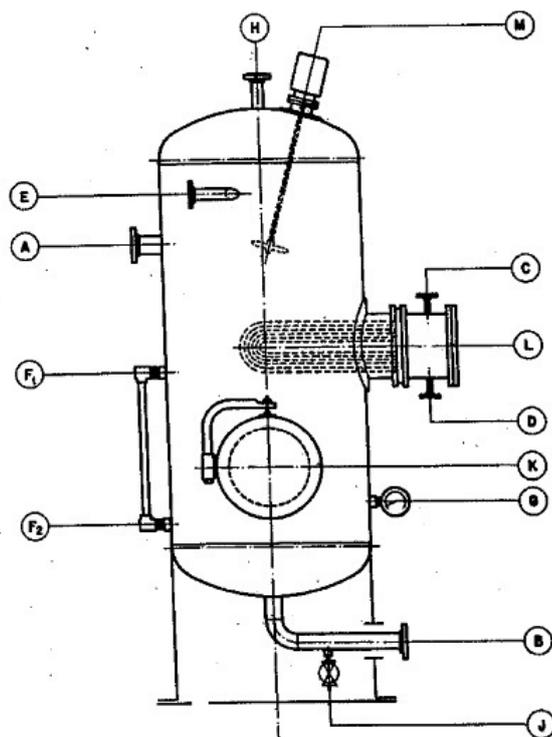
Figura 7: Classes e finalidades dos vasos de pressão.



Fonte: Telles (2002, p.3).

Para esta pesquisa na empresa, será abordado o vaso de pressão não sujeitos a chama, com características de vaso de armazenamento. Todo vaso de pressão tem aberturas na seção circular e no eixo perpendicular a parede do vaso, para interligações de tubulações com outros equipamentos do processamento de derivados do petróleo. A figura 8 ilustra detalhes e acessórios em vasos de pressão conforme sua aplicação.

Figura 8: Detalhes e acessórios em vasos de pressão.



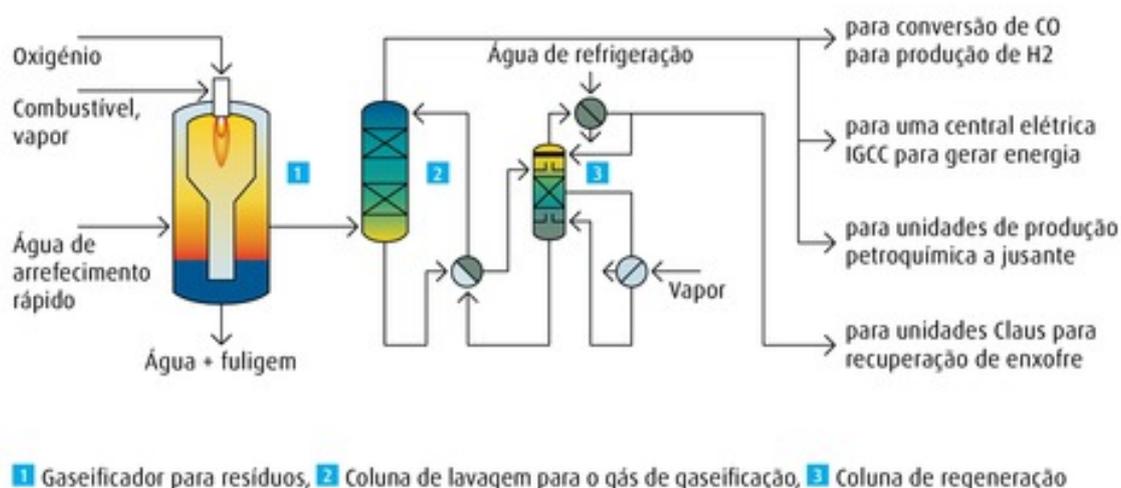
**Legenda:**

- A, B, C, D e E são para ligações externas;
- F1, F2, e G destinam a instalação de instrumentos;
- H e J para respiro do dreno;
- K é uma boca de vista (tem acesso a parte interna do equipamento);
- L destina à ligação de um corpo desmontável do próprio vaso;
- M tem por finalidade permitir a remoção de uma parte interna (misturador);

Fonte: Telles (2002, p.119).

A importância do equipamento vaso de pressão no processo é demonstrada na figura 9 com um fluxograma e suas interligações de processamento.

Figura 9: Fluxograma dos vasos no processamento.



Fonte: Empresa Pesquisada.

#### 4.4 A indústria petroquímica brasileira: perspectivas

A indústria petrolífera brasileira tem presença determinante da Petrobrás, sendo a maior empresa de exploração e produção no país. Para Sant'anna (2010), nos últimos anos a indústria do petróleo e gás cresceu de maneira considerável no Brasil agregando principalmente mudanças importantes na estrutura da indústria brasileira, que resultou em uma melhor participação no valor de transformação e reduziu consideravelmente a dependência externa de petróleo.

As atividades econômicas da indústria petroquímica estão diretamente relacionadas com a demanda de produção e produtos petroquímicos, isto é, esta correlação do crescimento e economia é usualmente representada pelo PIB. Para realizar a expectativa de crescimento do PIB nos produtos petroquímicos é realizada uma pesquisa da demanda das principais resinas em t/ano, conforme quadro 2. (GOMES et al., 2005).

Quadro 2: Projeção de demanda das principais resinas termoplásticas (t/ano)

ANO	PEAD	PEBD	PEBDL	PP	PET	PVC	PS
2006	847.007	645.100	465.585	1.347.754	581.625	776.261	335.761
2007	959.114	698.571	543.973	1.555.300	676.592	866.895	367.619
2008	1.086.059	756.473	635.560	1.794.806	787.066	968.111	402.500
2009	1.229.806	819.175	742.566	2.071.195	915.577	1.081.145	440.690
2010	1.392.579	887.074	867.589	2.390.146	1.065.072	1.207.376	482.504
2011	1.576.896	960.602	1.013.661	2.758.213	1.238.976	1.348.346	528.285
2012	1.785.609	1.040.223	1.184.327	3.182.960	1.441.275	1.505.775	578.411
2013	2.021.946	1.126.445	1.383.727	3.673.115	1.676.605	1.681.585	633.292

Fonte: Abiquim (apud Gomes et al., 2005)

Como o consumo de combustíveis é bem menor do que aquela dos petroquímicos, a garantia de suprimento de nafta às novas unidades petroquímicas e aos aumentos de capacidade das existentes tem de ser adequadamente equacionada, inclusive levando em conta a necessidade de eventuais importações de matéria-prima. Por outra visão, para abastecer novos pólos que eventualmente venham a optar pelo gás natural como matéria-prima, a petroquímica terá de disputar espaço de fornecimento com os atuais clientes do mercado, que comercializam ou utilizam o gás como combustível industrial, doméstico e veicular (D'ÁVILA<sup>11</sup>, 2002).

Serão destinados US\$ 92 bilhões pelo Plano de Negócios um volume recorde de investimentos somente às atividades de exploração e produção de petróleo no Brasil até 2013 e até 2020 a Companhia prevê investir US\$ 111,4 bilhões no desenvolvimento da produção no pré-sal. Serão US\$ 98,8 bilhões aplicados no pré-sal da Bacia de Santos e US\$ 12,6 bilhões no Espírito Santo, uma promissora frente de negócios para a indústria de bens e serviços offshore. (D'ÁVILA, 2002).

<sup>11</sup> d'Ávila. S. G. A indústria petroquímica brasileira. Reportagem, 2002.

## 5. METODOLOGIA DE PESQUISA

### 5.1 Considerações da pesquisa

A metodologia aplicada nesta dissertação foi baseada no referencial bibliográfico que inclui uma coleta e análise de informações referentes à gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do produto (PDP), visando compreender o funcionamento dentro da empresa e a partir desta compreensão desenvolver um método para apoiar o desenvolvimento do produto. Dentre as fases do PDP estão o pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento do produto, sendo que a proposta da pesquisa delimitou-se na fase de desenvolvimento do produto, mais especificamente na área de engenharia do produto.

Trujillo (1974) apud Moresi (2003, p.12) o conceito de método é a forma de proceder ao longo de um caminho. “Na ciência os métodos constituem os instrumentos básicos que ordenam de início o pensamento em sistemas e traçam de modo ordenado a forma de proceder do cientista ao longo de um percurso para alcançar um objetivo”.

Segundo Berto e Nakano (2000), as abordagens de pesquisa são ações que direcionam o processo de investigação para focar no problema ou fenômeno que se pretende estudar, identificando os métodos e tipos de pesquisa adequados a solução do problema. Para Moresi (2003, p.7) “outros canais formais quanto os informais são importantes no processo de construção do conhecimento científico e tecnológico”.

Para Miguel (2012), a pesquisa acontece, em regra, com a aplicação do método de pesquisa das ciências naturais, quando essa prática tradicional estabelece variáveis e dados para serem analisados. Segundo Pádua (2004), os aspectos metodológicos para realização de uma pesquisa científica estão intrínsecos aos conceitos, contexto, metodologias, procedimento e por fim, as fases e etapas da pesquisa.

Esta pesquisa segue um método de avaliação segundo a orientação das conversões do conhecimento nas fases do desenvolvimento do produto e a utilização da coleta de dados de três projetos por sua capacidade de replicação, como uma das etapas mais importantes da metodologia.

## **5.2 Quanto ao objetivo e finalidades da pesquisa**

Do ponto de vista de seus objetivos é necessário um estudo exploratório para maior familiaridade com o problema desta pesquisa. O estudo é considerado exploratório quando pode ser enquadrado em uma categoria que busca descobrir ideias e intuições, na tentativa de adquirir maior aprendizado com o fenômeno pesquisado. E ainda possibilita aumentar o conhecimento do pesquisador sobre os fatos. (SILVA e MENESES, 2005).

Para Gil (1987) apud Souza (2012), a pesquisa envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Para fundamentar esta pesquisa como exploratória, além de um levantamento bibliográfico, outras fontes foram consultadas tais como: visita técnica em empresas que já trabalham com software 3D e participação do pesquisador em treinamentos que abordavam a relação do software 3D com planilhas eletrônicas;

Segundo os autores Silva e Menezes (2005) e Moresi (2003) a pesquisa pode decorrer pela simples satisfação de procurar o conhecimento, baseado na teoria ou prática, definida pelo termo pesquisa básica ou aplicada. Neste sentido a pesquisa básica tem como objetivo adquirir novos conhecimentos para o avanço da ciência sem a aplicação prática prevista na verdade e interesses universais, quanto à pesquisa aplicada o objetivo é gerar conhecimento para aplicação prática na soluções de problemas específicos em que envolve interesses locais.

Considerando que o principal objetivo desta pesquisa é a conversão do conhecimento tácito e explícito no desenvolvimento do produto com o auxílio de uma planilha eletrônica, na qual tem aplicação prática como solução a um produto/setor específico da empresa estudada e com possibilidades de replicar este método para seu portfólio de produtos, pode-se então classificar esta pesquisa do ponto de vista da sua natureza como sendo “Pesquisa aplicada”.

## **5.3 Abordagem e metodologia de pesquisa**

Para Miguel (2012), a escolha da abordagem da pesquisa precede a escolha do seu método. A pesquisa pode classificar como sendo “Quantitativa” ou “Qualitativa”, como descreve a seguir:

- **Pesquisa Quantitativa**

A abordagem de pesquisa tem início com um problema e a partir da teoria são deduzidas hipóteses que são soluções provisórias para o problema. Mas é preciso operacionalizar estas hipóteses através de variáveis e mensurá-lo, baseados em (método lógico-dedutivos<sup>12</sup>), relações de causa/efeito, entre outros, propiciando traduzir as informações para serem classificadas e analisadas, segundo análises estatísticas (percentagem, média, análises de regressão, desvio-padrão, etc.).

- **Pesquisa Qualitativa**

Na pesquisa qualitativa busca-se aproximar a teoria e os fatos, com uma série de técnicas de interpretação que procuram descrever, decodificar, traduzir, privilegiando o conhecimento das relações entre o contexto e ação (método indutivo<sup>13</sup>). A pesquisa que tem a abordagem qualitativa tende a ser menos estruturada para poder obter as interpretações das pessoas pesquisadas, isto não significa ser menos rigorosa, mas torna o controle da pesquisa mais crítico. O pesquisador deve estar “consciente que os pontos de vista se completam, mas também se divergem”, resultando em um “mapa” que é a reflexão do pesquisador sobre o tema investigado. (MIGUEL, 2012, p.53).

Bryman (1989) apud Miguel (2012) considera que o pesquisador deve estar preparado para situações durante a pesquisa que não estão no seu referencial teórico, mas que podem incorporá-lo deste ponto em diante. Suas principais abordagens como pesquisa qualitativa descreve a ênfase na interpretação subjetiva dos indivíduos, delineamento do ambiente da pesquisa, abordagem semiestruturadas com diversas fontes de evidências e proximidade como o fenômeno estudado.

Esta pesquisa contribui para a análise das atividades individuais e da equipe na área de engenharia do produto, em que o pesquisador é parte integrante e interage nas mudanças organizacionais com o objetivo de obter variáveis ou números que corroborem com o tema estudado, portanto a pesquisa foi classificada em Qualitativa.

---

<sup>12</sup> “Sugere uma análise de problemas do geral para o particular, através de uma cadeia de raciocínio decrescente” (LACERDA et al., 2007).

<sup>13</sup> “O argumento passa do particular para o geral, uma vez que as generalizações derivam de observações de casos da realidade concreta” (LACERDA et al., 2007).

Segundo Gil (1999) apud Silva e Menezes (2005, p.27), consiste na adoção da seguinte linha de raciocínio: “quando os conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto são insuficientes para a explicação de um fenômeno, surge o problema. Para tentar explicar a dificuldades expressas no problema, são formuladas conjecturas ou hipóteses”.

Para Berto e Nakano (2000, p.66), definem que “a proximidade e o contato do pesquisador com o objeto analisado propiciam a elaboração de relatos e depoimentos que privilegiam aspectos internos e particulares da situação”. Nas considerações de Novaes e Gil (2009), Lacerda et al. (2007), Silva e Menezes (2005), Moresi (2003), e Lima (1999) nas abordagens qualitativas os tipos de pesquisa mais frequentes são: estudo de caso, observação participante, pesquisa-ação e pesquisa participante.

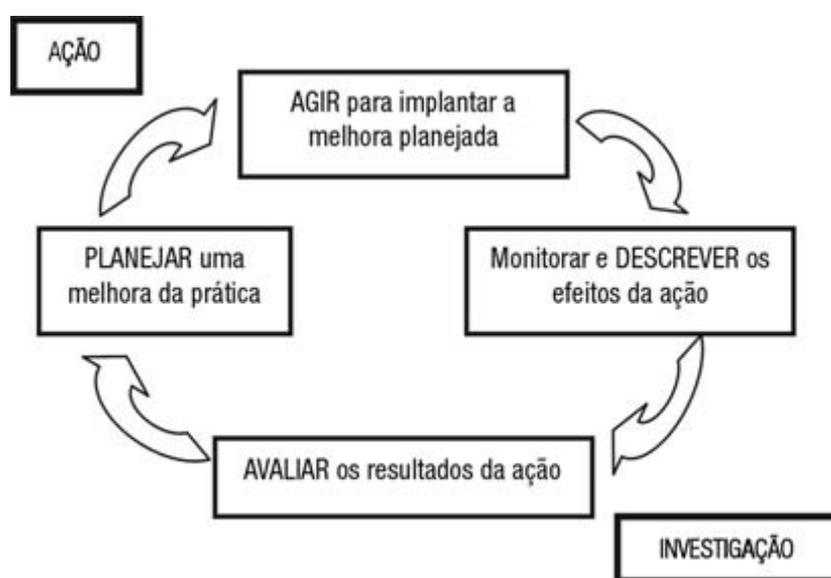
- **Estudo de Caso:** tem caráter de profundidade e detalhamento de um objeto, com representatividade quando se colocam questões do tipo (como) e (porque) ou quando o foco se encontra em problemas de pesquisa inseridos no contexto da vida real. (BERTO e NAKANO, 2000).
- **Observação Participante:** para Lima (1999, p. 132), constitui em um método de coleta de dados, em que o pesquisador desenvolve atividades em seus cenários naturais, observando o comportamento com participação no grupo observado e compartilhando as experiências de vida para melhor interpretar fenômenos e realidades de sua vida cotidiana. Ainda segundo o autor “uma das limitações desta abordagem é o fato de que a responsabilidade e o sucesso da aplicação desta técnica de pesquisa recaiam quase que totalmente sobre o observador ou que pode ser alterada em decorrência do seu envolvimento no meio”.
- **Pesquisa-ação:** para Novaes e Gil (2009), tem caráter de profundidade com relação a uma ação ou problema coletivo, em que o pesquisador e participantes da situação problemática estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Sua característica é situacional, pois procura diagnosticar um problema específico numa situação específica, com vistas a alcançar algum resultado prático.
- **Pesquisa Participante:** tem semelhança com a pesquisa-ação, pois ambas caracterizam-se pela interação entre pesquisador e participante em que vai analisar e propor métodos para solução das situações investigadas. Pode-se definir pesquisa participante como uma modalidade de pesquisa que tem como propósito “auxiliar a população envolvida a identificar por si mesma os seus problemas, a realizar a análise

crítica do problema e a buscar as soluções adequadas”. LE BOTERF (1984, p. 52 apud Novaes e Gil, 2009, p.145).

As etapas descritas anteriormente se faz necessário para a escolha de qual procedimento metodológico adotar nesta pesquisa, caracterizando o interesse maior na compreensão dos procedimentos de condução foi adotado a pesquisa-ação como procedimento, em que procura estabelecer uma relação de ação com o problema e a interação do pesquisador com o grupo no objetivo de diagnosticar, elaborar, aplicar e avaliar os resultados de um método proposto.

Para Tripp (2005, p. 446), a pesquisa-ação não pode ser considerada como o único tipo de investigação-ação, por isso a importância de seguir o processo ou ciclo no qual se aprimore a sistemática de agir e investigar o problema na prática. Ainda segundo o autor “Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação” . A figura 10 apresenta o ciclo da pesquisa-ação, como forma de ilustrar os caminhos para a pesquisa proposta por Tripp (2005).

Figura 10: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.



Fonte: Tripp, (2005, p.446).

Thiollent e Silva (2007) consideram que a pesquisa-ação não deve ser confundida com outros métodos participativos de características e finalidades diferentes como técnicas de

planejamento, monitoramento ou avaliação. A principal finalidade é um tipo de pesquisa realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e os participantes verificam os métodos de resolução de problemas concretos encontrados no decorrer da realização do projeto.

Para Turrioni e Melo (2012, p.170 a 171), a pesquisa-ação relaciona-se em descrever o desdobramento de uma série de ações no decorrer do tempo em um dado grupo e explicar como e porque a ação de um membro do grupo pode melhorar alguns aspectos no sistema de trabalho. Para isso, descreve dez características da pesquisa-ação:

1. Pesquisadores tomam ações e ativamente trabalham para isto acontecer;
2. Envolve duas metas: solucionar um problema e contribuir para a ciência (aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o nível de consciência das pessoas e grupos envolvidos);
3. Requer cooperação entre os pesquisadores e o pessoal da empresa sendo, portanto, interativa. Os membros da empresa são co-pesquisadores na medida em que o pesquisador trabalha com eles sobre um problema que deve ser resolvido ou aperfeiçoado, gerando uma contribuição para o corpo do conhecimento. Segundo Thiollent (2005), desta interação resulta a ordem de priorização dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob a forma de ação concreta;
4. Visa o desenvolvimento de um entendimento holístico, desse modo os pesquisadores necessitam ter uma visão geral de como o sistema funciona e ser capaz de se movimentar entre as estruturas formal e técnica e as estruturas informais dos subsistemas.
5. Trata fundamentalmente de mudança, sendo aplicável para o entendimento, planejamento e implementação de mudanças em diversos tipos de empresas;
6. Requer um entendimento da estrutura ética, valores e normas quando utilizada em um contexto particular;
7. Pode incluir todos os tipos de técnicas de coleta de dados, tal como ferramentas qualitativas e quantitativas como as entrevistas e as *surveys*. As técnicas de coletas de dados são por si somente intervenções e geram dados;

8. Requer um largo pré-entendimento do ambiente empresarial, das condições do negócio, da estrutura e dinâmica dos sistemas operacionais e das justificativas teóricas de tais sistemas;
9. Deveria ser conduzida em tempo real, apesar de que uma pesquisa-ação retrospectiva seja aceitável;
10. O paradigma da pesquisa-ação requer os seus próprios critérios de qualidade.

A pesquisa-ação é um termo genérico e indica uma diversidade de teoria e prática entre os pesquisadores usuários deste método, então Coughlan e Coughlan (2002, p.230) também definiram três etapas para este ciclo de pesquisa em:

1. Uma pré-etapa – entender o contexto e o propósito;
2. Seis passos principais – obter, realimentar os dados, analisar os dados, planejar, implementar e avaliar a ação;
3. Uma etapa para monitorar. O projeto do pesquisador de pesquisa-ação investiga como os ciclos organizacionais são aplicados.

Na pré-etapa do ciclo, para entender o contexto e o propósito é dirigido duas perguntas:

Pergunta 1: Qual a base lógica para a ação?

O ciclo da pesquisa-ação desdobra em tempo real e tem início com os membros fundamentais da organização os quais desenvolvem uma compreensão do contexto do projeto de ação:

- Por que esse projeto é necessário/desejado?
- Quais forças: econômica, política, social e técnica dirigem a para ação?

Pergunta 2: Qual é a base lógica para pesquisa?

A pré-etapa complementar é perguntar qual a base lógica para a pesquisa. Isto envolve perguntar por que vale a pena estudar esse projeto de ação; indagar de que modo a pesquisa-ação é uma metodologia apropriada para ser adotada e qual contribuição é esperada para produzir conhecimento.

A figura 11 ilustra as principais etapas do ciclo de pesquisa-ação definidas por Coughlan e Coughlan (2002).

Figura 11: Ciclo de pesquisa-ação.



Fonte: Coughlan & Coughlan (2002, p.231).

1. Obtenção de dados – consideram que as coletas de dados acontecem dependendo do contexto da problemática de diferentes formas e esses dados são coletados através, por exemplo, de relatórios técnicos, informes e estatísticas operacionais, entrevistas, discussões etc., sendo realizados por pesquisadores e membros do sistema estudado.
2. Realimentação dos dados – o pesquisador recolhe e alimenta os dados para os membros da organização (por exemplo, um grupo de clientes, um grupo de diretores etc) a fim de disponibilizá-los para análise.
3. Análise dos dados – pode acontecer com o pesquisador e membros da organização em uma ação conjunta, pois nesta abordagem o conhecimento do cliente em relação à empresa é fundamental para a análise. Os critérios e ferramentas de análise devem ser discutidos e estar diretamente ligados ao propósito de pesquisa.
4. Plano de ações – é um conjunto de ações a partir das quais se define onde, quando e como se darão as mudanças desejadas na organização.

5. Implementar as ações – devem ser implantadas de forma colaborativa (pesquisador e membros da organização) com apoio de pessoas chaves da organização, pois é considerado o momento de intervenção do projeto.
6. Avaliação – uma reflexão sobre as atividades empreendidas, de forma que o próximo ciclo de planejamento e ação possa ser beneficiado pela experiência anterior, corroborando como um importante instrumento para o aprendizado.

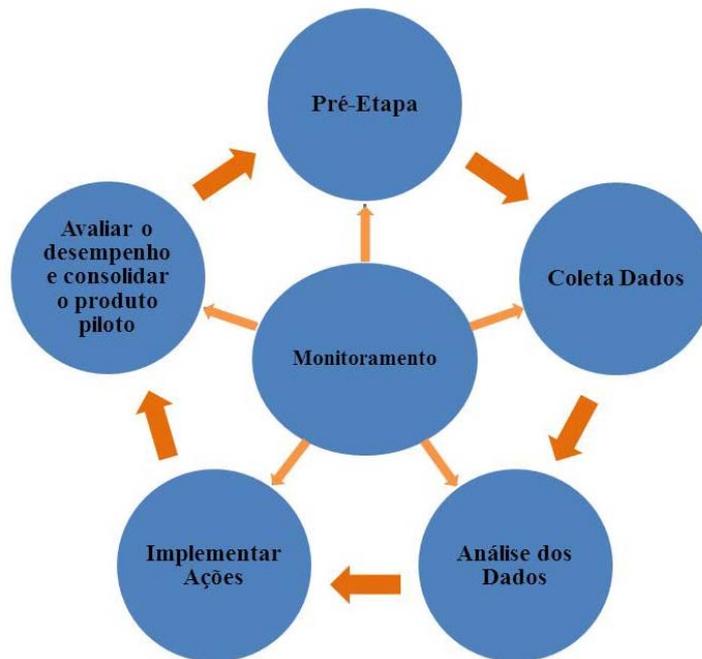
A etapa de monitoramento do ciclo da pesquisa-ação investiga, planeja, implementa e avalia o que ocorre ao longo do tempo do ciclo de forma contínua. As oportunidades de aprendizado são constantes durante o ciclo e o pesquisador não pode apenas estar preocupado com o funcionamento do projeto, mas também acompanhando o aprendizado de forma a contribuir com a pesquisa.

#### **5.4 Descrição das etapas do método proposto**

Esta seção segue a etapa do ciclo da pesquisa-ação de Coughlan & Coughlan (2002), considerando o pesquisador no ambiente natural da pesquisa e a necessidade de registrar os dados coletados na planilha eletrônica do conhecimento, foi sugerido uma proposta de ciclo para aplicação na pesquisa-ação, como mostra a figura 12.

Segundo Mello et al. (2012, p.2), os “pesquisadores assumem os objetivos definidos e orientam a investigação em função dos meios disponíveis. Na pesquisa-ação o termo pesquisa se refere à produção de conhecimento e o termo ação, à uma modificação intencional de uma dada realidade”.

Figura 12: Proposta de ciclo na pesquisa-ação adotado nesta pesquisa foi adaptado de Coughlan & Coughlan (2002).



Fonte: Próprio Autor.

Para aplicar a pesquisa-ação na empresa, o pesquisador adaptou do ciclo de Coughlan & Coughlan (2002) em cinco etapas:

- Pré-Etapa:
- Coleta dados:
- Análise dos dados:
- Implementar ações:
- Avaliar o desempenho e consolidar o produto piloto.

Segundo Silva (2002) o mecanismo comprovado de criação e validação do conhecimento (as conversões) tem relacionamento com o PDP (via dimensões), em que são necessárias diversas hipóteses e melhores práticas para materializarem esses fatos em palpáveis e específicos.

Considerando que o principal objetivo desta pesquisa é a gestão do conhecimento e sua aplicação no desenvolvimento do produto utilizando os conceitos de conversão do conhecimento para estruturar um método de trabalho que auxilie as equipes de engenharia no desenvolvimento de produto.

Para evidenciar a proposta de pesquisa-ação com base no método de Coughlan & Coughlan (2002), o quadro 3 descreve e detalha as etapas subsequentes da proposta, exemplificando a implantação do método.

Quadro 3: Descrição do ciclo da proposta de pesquisa-ação adotado a partir da aplicação da proposta de Coughlan & Coughlan (2002).

<b>Etapas</b>	<b>Descrição da Etapa</b>	<b>Detalhamento</b>
1	Pré-Etapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar o entendimento e o apoio da diretoria para o desenvolvimento do projeto, formar um comitê de implantação e metodologia utilizada.</li> </ul>
2	Coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamento do conhecimento através da coleta de dados: entrevista, análise dos documentos técnicos de engenharia e normas.</li> </ul>
3	Análise dos dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compilação da coleta de dados na planilha eletrônica do conhecimento.</li> <li>• Realizado uma integração dos dados de engenharia com o produto vaso de pressão, com a finalidade de consolidar a planilha do conhecimento.</li> </ul>
4	Implementar as ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidar os parâmetros da planilha do conhecimento com o modelo 3D do software CAD.</li> <li>• Construir na fase de projeto na engenharia do produto o modelo 3D com dados fornecido da planilha do conhecimento</li> </ul>
5	Avaliar o desempenho e consolidar o produto piloto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir método de avaliação do tempo de projeto na engenharia e definir um plano de ação ou melhoria contínua.</li> </ul>

Fonte: Próprio Autor.

### **5.5 Instrumentos de coleta e análise de dados**

Um dos instrumentos utilizados para realizar a pré-etapa e a coleta de dados foi à entrevista semi-estruturada de diagnóstico da gestão do conhecimento no PDP, em que consiste de perguntas a respeito de variáveis e situações que se desejava entender. Para Turrioni (2012, p.85), a entrevista é uma interação social entre duas pessoas, a fim de que

“uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de uma problemática”. Ainda segundo o autor, o entrevistador tem liberdade para desenvolver questões que direcionem ao foco principal proposto ou analisado. Em geral, as perguntas são abertas e permitem respostas livres e espontâneas ao entrevistador.

As entrevistas (coleta de dados) aconteceram nos meses de janeiro a março de 2013, de forma aleatória (sem obedecer qualquer tipo de hierarquia) com relação aos gestores de cada setor do PDP da empresa. Os entrevistados receberam as informações e comentários sobre a importância da pesquisa no contexto de permanência do produto no mercado, fato este que todos entenderam a importância do trabalho e se dedicaram em responder as questões a fim de colaborar com a pesquisa. Segundo Farias (2011), a importância que tornam as organizações capazes de criar conhecimento é quando o ambiente da organização está potencializando os mesmos desafios e metas.

Em paralelo com as respostas das entrevistas aplicado pelo pesquisador aos setores do PDP, também foram utilizadas as informações já existente em projetos encerrados através de análises a documentos técnicos de engenharia que permitiram resgatar e analisar o conteúdo de arquivos internos da empresa estudada.

Quanto à análise dos dados, adota-se a compilação de todas as respostas da entrevista do setor de engenharia do produto e também a análise dos documentos técnicos e normas de engenharia para inserir na planilha eletrônica, pela qual se iniciou as análises sobre aspectos relevantes por parte do comitê de implantação. Por fim, realizou-se a integração dos dados de engenharia do produto “vaso de pressão”, com o intuito de validar a planilha do conhecimento adquirido dos dados técnicos e aplicar os parâmetros no modelo 3D no software CAD.

As informações relevantes para esta pesquisa foram formatadas em roteiros de entrevista, análise de documentos internos de engenharia (projetos anteriores) e normas. Todas essas reflexões utilizando o mecanismo de “conversões” para criação e troca de conhecimentos (Socialização, Externalização, Combinação e Internalização).

Pela perspectiva de adoção e manutenção de uma estrutura organizacional, a empresa sugeriu a formação de um comitê de implantação, em que prevaleceu como critério de seleção dos membros o conhecimento das normas e rotinas de projeto da empresa. Este comitê de

implantação do método tem alto poder de decisão e conhecimento da empresa, processos e produtos.

O quadro 4 apresenta a formação do comitê de implantação para este projeto com atuação independente da supervisão atual.

Quadro 4: Comitê de implantação ou equipe de pesquisa.

PARTICIPANTES (QUANTIDADE)	ATRIBUIÇÃO
Pesquisador (1)	Líder e responsável pelo modelo de gestão do conhecimento
Gerente de Produto (1)	Patrocinador do projeto
Coordenador de Produto (1)	Colaborador relacionado aos projetos e equipamento piloto, fornecendo dados necessários.
Engenheiros (2) e Projetistas (4)	Público alvo
Planejadores (2) e Suprimentos (1)	Colaboradores relacionado a fabricação e compras.
Analista de TI (1)	Colaborador relacionado ao suporte de software e rede.

Fonte: Próprio Autor.

No quadro 5 representa o modelo de matriz a ser preenchido para obtenção e análise do processo de desenvolvimento do produto na empresa pesquisada, respondido pelos coordenadores e gerentes por departamento do PDP.

Quadro 5: Matriz da entrevista na engenharia do produto.

<b>Entrevista</b>	<b>Socialização</b>	<b>Externalização</b>	<b>Combinação</b>	<b>Internalização</b>
Como as idéias de novos produtos são geradas? Como esta informação é conduzida na empresa?				
Como é feito a prospecção de mercado no lançamento de novos produtos?				
Qual é o papel da liderança no desenvolvimento de produtos?				
Qual é o tempo médio do processo de desenvolvimento de produto?				
Qual sua opinião sobre o processo (em termos de canais de comunicação estabelecidos) desenvolvido na empresa?				
Que novas tecnologias serão necessárias para tornar os produtos da empresa mais competitivos no futuro?				
As situações de falhas, erros e re-trabalhos ocorrem? A que você os atribui?				
Em sua opinião qual o projeto de maior destaque desenvolvido (sucesso) pela empresa? Quais foram os motivos que levaram ao sucesso?				
Em sua opinião qual o projeto que menos se destacou (mal sucedido)? Quais foram os motivos que o levaram ao "fracasso".				

Fonte: Próprio Autor (adaptado de Silva, 2002).

Para Gatti Junior (2010), na abordagem qualitativa destacam-se uma grande variedade de procedimentos e instrumentos para a coleta de dados, além de pesquisa a casos indicados por sua capacidade de replicação.

O quadro 6 representa uma matriz de preenchimento para a análise de documentos de projetos do produto estudado, que devem levantar indícios de conhecimento tácito e explícito para os casos indicados pela organização, o pesquisador teve sucesso no levantamento dos dados por trabalhar na empresa estudada.

Quadro 6: Matriz de análise de documentos.

<b>FASES DO PROJETO</b>	<b>SISTEMAS E FERRAMENTAS DO PROJETO</b>	Não utiliza	Utiliza	Em fase de implantação
<b>PLANEJAMENTO DO PROJETO</b>	Classificação, identificação e codificação			
	Padronização de projetos			
	Especificação de tolerâncias			
	Cálculos mecânicos			
	Desenhos de fabricação			
	Lista de materiais			
	Normas vigentes (no mínimo 6 tipos diferentes)			
	Planilha de apontamento de horas engenharia			
	Modelos de orçamento			
	Sistemas CAD/CAE <sup>14</sup>			
	Fórmulas e regras de fabricação			
	Protótipos e modelos			
	Simulações de ANSYS <sup>15</sup>			
	ISO 9000			
	Selo ASME <sup>16</sup>			
	Desenhos em 3D			
Equipe de engenharia com mais de 2 projetistas				

Fonte: Próprio Autor.

Depois de apresentado o método de coleta de dados, destaca-se a apresentação da empresa pesquisada e aplicação do método.

<sup>14</sup> CAD/CAE : *Computer Aided Desing./ Computer Aided Engineering.*

<sup>15</sup> ANSYS: é um programas de simulação para engenharia (engenharia assistida por computado).

<sup>16</sup> Selo ASME: certificação e autorização para fabricação de caldeiras e vasos de pressão.

## **6. PESQUISA NA EMPRESA**

### **6.1 Caracterização da empresa**

A empresa estudada é uma empresa nacional do setor de fornecimento de produtos, sistemas, serviços e soluções inteligentes na área de infraestrutura para os setores de Energia, Mineração, Transporte, Petróleo, Química e Petroquímica, localizada no estado de São Paulo. A empresa com seus níveis tecnológicos, prioriza as experiências relacionadas ao desenvolvimento de novos projetos e melhoria contínua, razão pela qual o projeto de gestão do conhecimento no desenvolvimento de produto foi aceito pela organização e por todos na área pesquisada.

No ano de 2012 a empresa apresentou seu recorde de faturamento anual com R\$ 1.7 milhões contra R\$ 1.4 milhões no exercício de 2011, representando um crescimento de 23,1%. Atualmente no seu quadro funcional existem 2.000 funcionários distribuídos na planta estudada e nos canteiros de obras.

Para atender às exigências de mercado, a empresa pesquisada esta qualificada com as seguintes certificações:

- Certificação na área nuclear;
- Certificado ISO 9000;
- Certificado Selo Asme;
- Certificado Onip;
- Certificado ISO 14.001 – Gestão ambiental;
- Certificado OHSAS 18.001 – Gestão de segurança e saúde no trabalho;
- Certificado ISO 29001.

A gestão da qualidade é uma das características marcantes desta empresa que se orgulha de ter em sua listagem de clientes as maiores empresas deste país. Como a finalidade da pesquisa é o setor petroquímico, pode-se destacar a Petrobras como um dos seus principais clientes neste setor de equipamentos para o processamento do petróleo.

A figura 13 mostra os principais produtos e serviços da empresa, com destaque para os setores de infraestrutura.

Figura 13: Produtos e serviços da empresa.



Fonte: Empresa Pesquisada.

## 6.2 Implantação das etapas do método proposto na empresa

Este item segue a etapa do ciclo da pesquisa-ação, que é a implementação das melhorias planejadas. Para evidenciar este item, descrevem-se aqui as 5 etapas propostas no método descrito no quadro 3, exemplificando a implantação do método.

### 6.2.1 Pré-Etapa

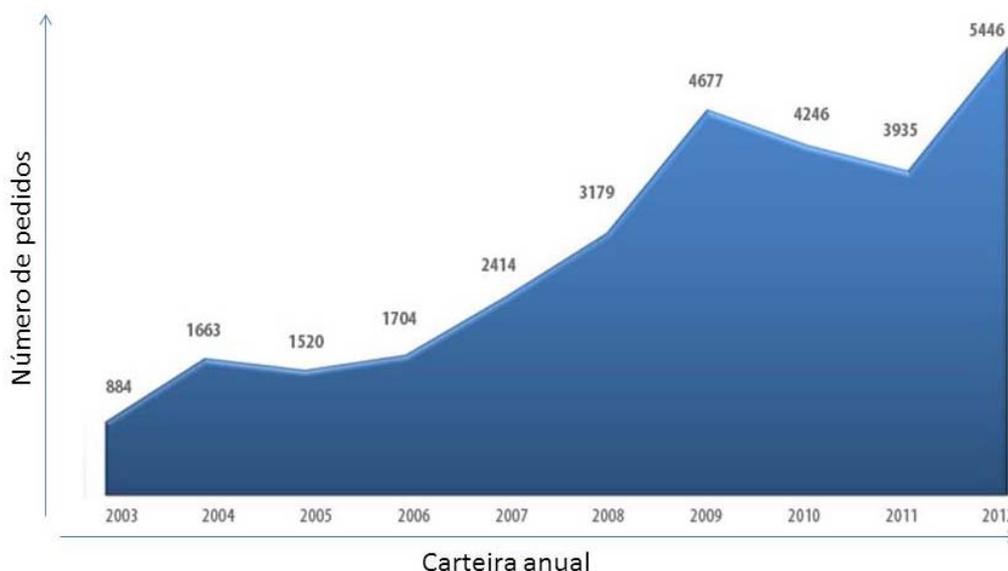
A empresa pesquisada pertence ao setor conhecido como de infraestrutura, ou seja, atua com produtos específicos em que sua tecnologia integra um grupo de empresas consorciadas para realização do empreendimento. A empresa pesquisada é encarregada de projetar e fabricar os equipamentos que serão integrados a outros equipamentos deste grupo de empresas denominado “consórcio”.

Por fazer parte desta relação com outras empresas, o fluxo de informações interna deve ser rápida e objetiva entre os membros técnicos, a fim de minimizar prejuízos à empresa, tornando assim o objetivo desta pesquisa como estratégia de mercado.

Uma das características da pesquisa-ação é o fato da pesquisa acontecer no local natural do pesquisador está inserido, que neste caso, o pesquisador tem conhecimento do produto, projetos e pessoas envolvidas no setor de equipamentos de processo petroquímico. A escolha do setor também foi motivada pelo histórico de modelos diferenciados de ferramentas de gestão, predisposição a mudanças e pela crescente atuação no mercado, como mostra o gráfico 1 a carteira de encomendas da empresa em 2003 (884 pedidos) e em 2012 (5446 pedidos).

Para definir o produto observou-se a necessidade de escolher o vaso de pressão pelo alto nível de tecnologia agregado ao produto e pelo conhecimento explícito e tácito que é exigido durante o desenvolvimento deste produto.

Gráfico 1: Carteira de encomendas da empresa.



Fonte: Empresa Pesquisada.

Um trabalho desta natureza não pode se iniciar sem o apoio da diretoria e gerência da empresa que estejam direta ou indiretamente ligadas ao projeto de implantação. O pré-projeto foi apresentado à diretoria como uma necessidade técnica e econômica do setor de engenharia para manutenção do conhecimento técnico e do produto no mercado.

Essa necessidade técnica da engenharia ficou evidente com a aplicação da análise de documentos (apêndice B) de projetos de engenharia pelo comitê de implantação no PDP da empresa. De modo geral o setor de engenharia do produto da empresa pesquisada tem conhecimento técnico e total autonomia sobre o produto, por isso a necessidade de uma conversão do conhecimento tácito em explícito se manifesta como uma estratégia necessária para permitir o controle dos dados e diminuir os erros em projetos posteriores.

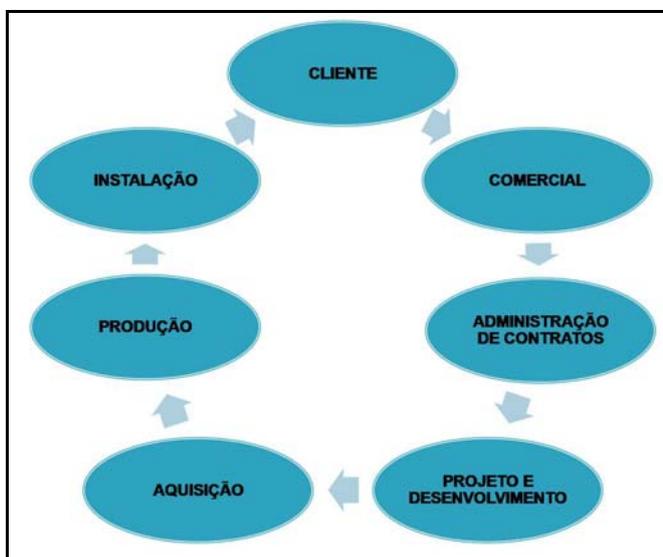
Para evitar os erros em novos projetos a pesquisa tem o objetivo de elaborar um método de gestão do conhecimento com o armazenamento das hipóteses e melhores práticas dos dados coletados nos projetos em uma planilha eletrônica para auxiliar as equipes de engenharia no desenvolvimento do produto.

Uma análise de documentos ou uma retrospectiva a projetos encerrados na empresa foi necessária para destacar pontos em comum e a diferenças observadas, a fim de coletar dados para iniciar a elaboração da planilha eletrônica do conhecimento. Para isso a empresa selecionou três projetos denominados de projeto A, B e C e todos foram realizados pela equipe de engenharia da empresa e com a participação de todos do comitê de implantação, exceto o integrante da TI, pois todos participaram individualmente em cada fase destes projetos analisados, contribuindo individualmente com seu conhecimento.

### 6.2.2 Coleta de dados

A empresa pesquisada se destaca pela sua modularização dos produtos em Centro de Excelências denominado (CdE), visando a autonomias do projeto no PDP . Nesta pesquisa, o CdE analisado é o de equipamento de processo petroquímico. A figura 14 ilustra o ciclo do PDP na empresa com base nas informações encontradas no manual da gestão da qualidade no item “desenvolvimento do produto” na empresa.

Figura 14: Ciclo do processo de desenvolvimento do produto (PDP) da empresa pesquisada.



Fonte: Próprio Autor.

O ciclo do PDP tem início com as informações advindas do cliente através do departamento comercial que realizam as entrevistas e os dados são processados com os roteiros: (o que) requisitos do cliente, (como) as tecnologias existentes atendem os requisitos do cliente e (quanto) custo deste escopo de fornecimento.

Os dados de (como) e (quanto) são modificadas durante o processo de revisões de conceitos, até atingir um equilíbrio do que foi requisitado e o custo do produto.

Encerrada esta etapa, o coordenador de contratos no papel de administrador deste escopo de fornecimento, realiza a análise crítica com a verificação e validação dos dados que sejam apropriadas para cada fase do projeto, bem como, as responsabilidades com o projeto e desenvolvimento do produto em:

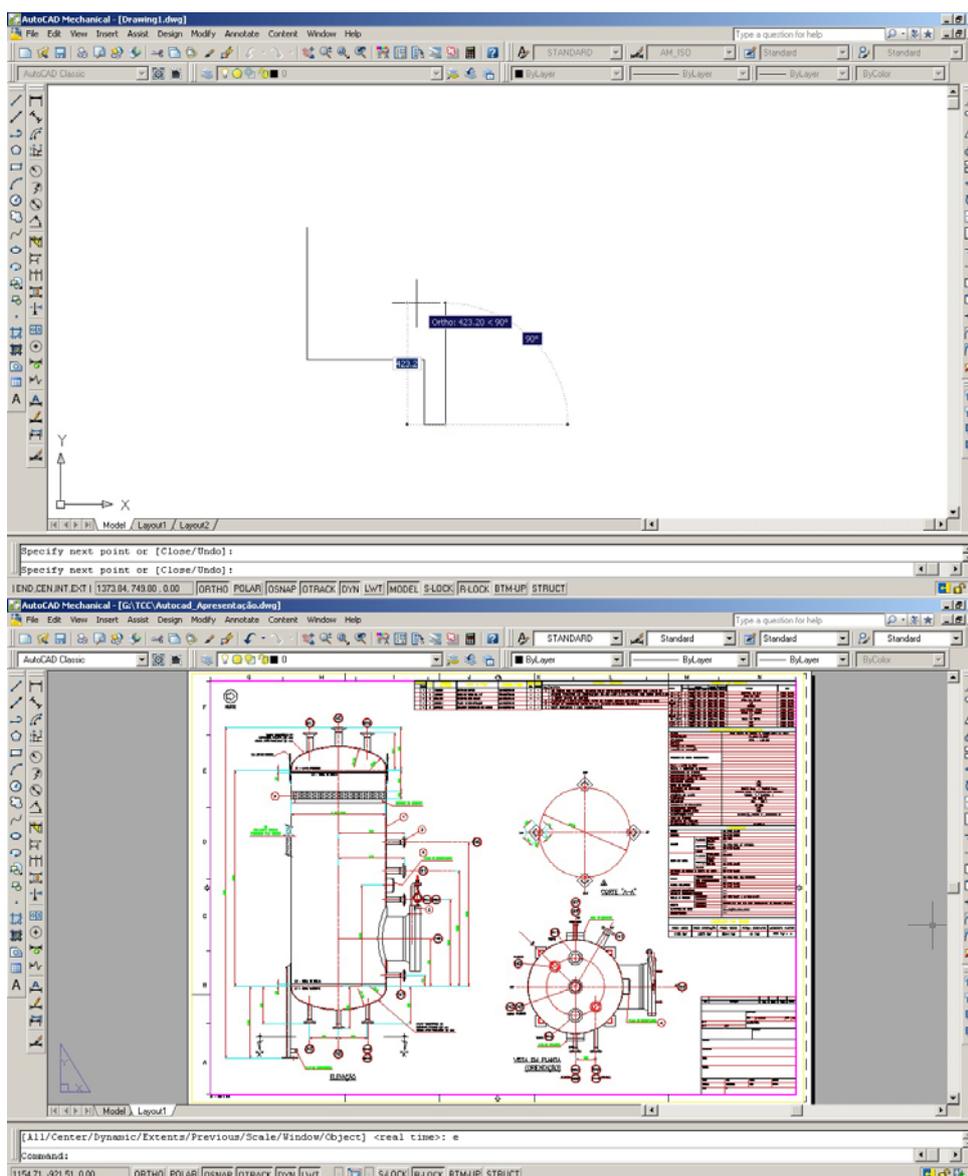
- Requisitos de funcionamento e de desempenho;
- Requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis;
- Informação originada de projetos anteriores semelhantes;
- Outros requisitos essenciais para o projeto e desenvolvimento.

Com as informações analisadas, é convocado o lançamento do projeto, divulgando a equipe de projeto, suas responsabilidades e atribuições aos engenheiros, técnicos de processo, planejamento, suprimentos e área fabril o cumprimento das normas e prazos de entrega estabelecidos no contrato.

O departamento de engenharia do produto, com as informações / especificações do equipamento, inicia a fase de elaboração do memorial de cálculo, análise estruturais, desenhos técnicos e especificação de itens para compra. No atual processo da empresa, com o memorial de cálculo definido, tem início à construção dos desenhos utilizando o software AUTOCAD que é o projeto assistido por computador (CAD) como já demonstrado anteriormente nesta pesquisa. O desenho técnico é o principal elo entre a engenharia do produto e todo ciclo de desenvolvimento do produto.

A figura 15 ilustra o início e término da construção do desenho técnico em 2D na fase de projeto.

Figura 15: Ciclo de projeto na engenharia de produto.



Fonte: Próprio Autor.

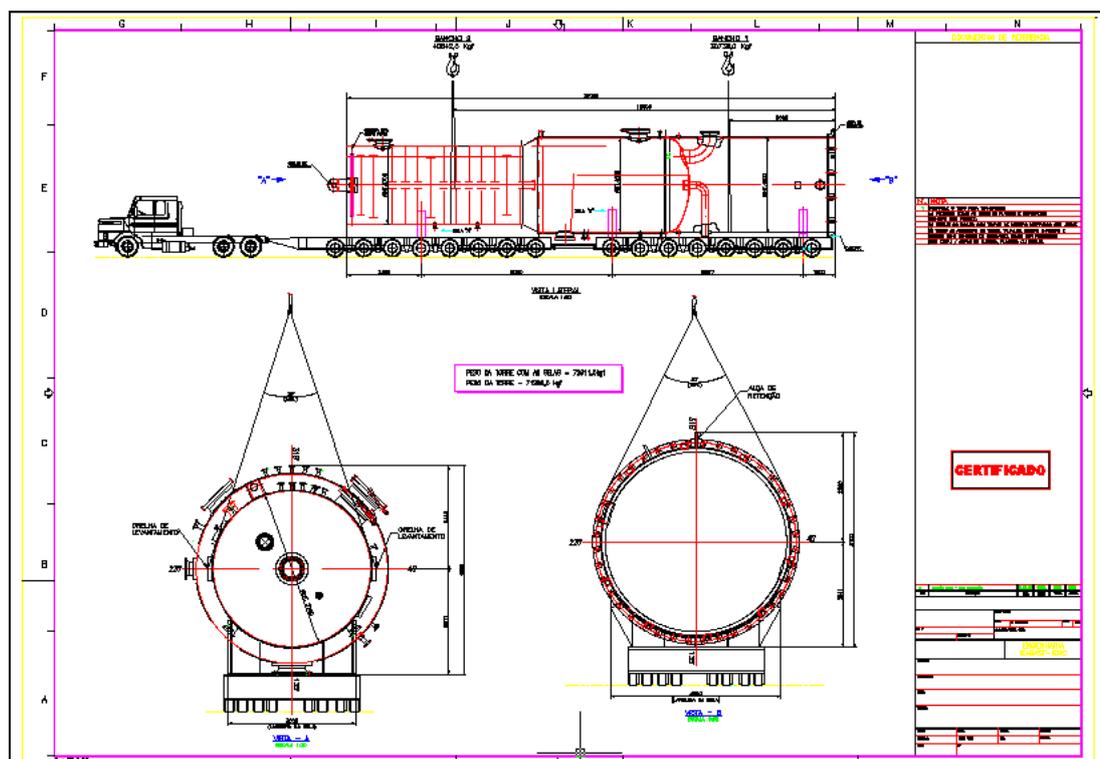
À medida que os componentes são aprovados pela engenharia do produto, o setor de aquisição deve assegurar que o produto adquirido esteja conforme as especificações do projeto. Este setor também seleciona e avalia fornecedores com base na capacidade de fornecimento de acordo com os requisitos de qualidade e são considerados como qualificados quando atendem aos procedimentos da empresa.

As informações de aquisição são determinadas nas ordens de compra emitida pelo setor de planejamento, que descreve claramente o produto e serviço a serem adquiridos conforme sua descrição, quantidade e condições comerciais de entrega.

Todo o controle de produção e fornecimento de serviço é planejado em função das informações que descrevem as características do produto, disponíveis na instrução técnica e de processo. Cabe aos técnicos de processo a elaboração dos roteiros de fabricação seguindo os desenhos técnicos emitidos pela engenharia de produto, assim como a execução de programas de máquinas específicas a cada etapa do processo de fabricação.

No processo de instalação, quando aplicável ao requisito contratual, a empresa pesquisada entrega ao cliente o equipamento instalado, conforme descrito no requisito de compra. Durante a entrega do produto ao cliente, fica de responsabilidade da empresa pesquisada efetuar o manuseio com equipamentos adequados e pessoas qualificadas, que obedecem aos requisitos de segurança aplicáveis, como ilustra a Figura 16.

Figura 16: Procedimento de transporte e manuseio do equipamento na instalação



Fonte: Próprio Autor

Esta instalação do equipamento obedece às especificações de projeto definidas pela engenharia de produto, através dos desenhos de instalação aprovados pelo cliente/empresa na fase de desenvolvimento.

Todas as fases do ciclo de desenvolvimento do produto já descritos nesta seção seguem critérios e métodos específicos para cada fase, deixando oportunidades de conhecimento e melhoria do produto intrinsecamente ligados a cada profissional dentro da sua especialidade no seu departamento ou área.

As variáveis de pesquisa relevantes foram formatadas em roteiros de entrevista semi-estruturada (Apêndice A) e também para a coleta de dados foram utilizados roteiros de análise dos documentos (Apêndice B) dos projetos A, B e C indicados pela empresa.

Neste roteiro de entrevistas adaptado de Freitas (2004), tem-se por finalidade compreender os setores que compõem o processo de desenvolvimento de produto na empresa e contribuir ao comitê de implantação com conhecimento dos setores que fazem parte do PDP da empresa.

Para fins de coleta de dados e melhores resultados na aplicação da entrevista na empresa, foi selecionado colaboradores com mais de três anos na função do departamento, como mostra o quadro 7. As entrevistas tiveram a duração de um dia por departamento, pois os gestores conciliaram suas atribuições diárias, com a responsabilidade em responder a entrevista corretamente.

Quadro 7: Características dos entrevistados.

Entrevistados	Tempo de empresa	Departamento	Função	Formação acadêmica
Entrevistado 1	6 anos	Engenharia do produto	Gerente de engenharia	Engenharia Mecânica
Entrevistado 2	16 anos	Orçamentos	Coordenador	Engenharia Mecânica
Entrevistado 3	8 anos	Planejamento	Coordenador	Engenharia de Produção
Entrevistado 4	10 anos	Suprimentos	Gerente	Administração de Empresa
Entrevistado 5	5 anos	Técnicos de processo e Produção	Gerente de processo e produção	Engenharia Mecatrônica

Fonte: Próprio Autor.

Somente os resultados da entrevista referente à engenharia do produto do ciclo do PDP serão abordados nesta análise de dados, pelo motivo de ser o ambiente natural do pesquisador e ser um projeto piloto na empresa. As outras entrevistas serviram de conhecimento ao comitê de implantação para melhor entender sobre o PDP na empresa. No quadro 8 é possível identificar o resumo das respostas da entrevista.

Quadro 8: Respostas da entrevista.

<b>Entrevista</b>	<b>Socialização</b>	<b>Externalização</b>	<b>Combinação</b>	<b>Internalização</b>
Como as ideias de novos produtos são geradas? Como esta informação é conduzida na empresa?	diálogo e reuniões com as equipes de projeto transferência de conhecimento adquirido durante o desenvolvimento do projeto	produtos descritos por procedimentos internos	formas unificadas de documentos de projetos	estudo de projetos anteriores análise de relatórios de projetos
Como é feita a prospecção de mercado no lançamento de novos produtos?	realizado pesquisa de mercado	condução de alianças e parcerias de tecnologia acertos contratuais e troca de conhecimentos tácitos		monitoramento do mercado e estudo de parcerias
Qual é o papel da liderança no desenvolvimento de produtos?	discussão e ajustes com a equipe	instrução e orientação dos processos	execução de melhorias na infraestrutura (computadores)	estudar o comportamento da equipe com melhores resultados
Qual é o tempo médio do processo de desenvolvimento de produto?	depende da quantidade de membros da equipe	descritos pela importância das ideias	processos unificados de desenvolvimento	monitorar as fases do produto
Qual sua opinião sobre o processo (em termos de canais de comunicação estabelecidos) desenvolvido na empresa?	diálogo e contatos com pessoas (fontes) externas	oportunidade de registros das falhas e acertos	padronização e armazenamento de conhecimento explícito	técnicas de interpretação de resultados
Que novas tecnologias serão necessárias para tornar os produtos da empresa mais competitivos no futuro?	diversidade de ideias e conceitos predominam o formato tácito interação com a equipe técnica e conhecimento tácito dos projetistas			
As situações de falhas, erros e retrabalhos ocorrem? A que você os atribui?	trabalho com diversas ideias e conceitos			estudos pelos projetistas sem critérios de normas
Em sua opinião qual o projeto de maior destaque desenvolvido (sucesso) pela empresa? Quais foram os motivos que levaram ao sucesso?	líderes utilização o conhecimento tácito e explícito em benefícios de fatos novos e transmissão de ideias			
Em sua opinião qual o projeto que menos se destacou (mal sucedido)? Quais foram os motivos que o levaram ao “fracasso”.	líderes motivam o conhecimento individual e promovem a solução através da experiência em determinados fatos, sem o compartilhamento com a equipe			

Fonte: Próprio Autor (adaptado de Silva, 2002).

Na perspectiva de condução da entrevista, os principais desafios estão em demonstrar a finalidade da gestão do conhecimento e oportunidades de melhoria para o setor de engenharia do produto com potenciais fontes de dados técnicos, contribuindo para a internalização do conhecimento.

As análises nos documentos, entrevistas e procedimentos internos dos três projetos indicados pela empresa, foram verificados e relatados pelo comitê de implantação, como mostra o quadro 9 a seguir.

Quadro 9: Análise de documentos e procedimentos do projeto A, B e C.

FASES DO PROJETO	SISTEMAS E FERRAMENTAS DO PROJETO	PROJETO (A)			PROJETO (B)			PROJETO (C)		
		Não utiliza	Utiliza	Em fase de implantação	Não utiliza	Utiliza	Em fase de implantação	Não utiliza	Utiliza	Em fase de implantação
DOCUMENTOS DO PROJETO	Classificação, identificação e codificação		X			X			X	
	Padronização de projetos	X			X				X	
	Especificação de tolerâncias		X			X			X	
	Cálculos mecânicos		X			X			X	
	Desenhos de fabricação		X			X			X	
	Lista de materiais		X			X			X	
	Normas vigentes (no mínimo 6 tipos diferentes)	X				X			X	
	Planilha de apontamento de horas engenharia		X			X			X	
	Modelos de orçamento		X			X			X	
	Sistemas CAD/CAE/PDM		X			X			X	
	Fórmulas e regras de fabricação		X			X			X	
	Protótipos e modelos		X		X				X	
	Simulações de ANSYS		X			X			X	
	ISO 9000		X			X			X	
	Selo ASME		X			X			X	
	Desenhos em 3D	X			X			X		
Equipe de engenharia com mais de 2 projetistas		X		X				X		

Fonte: Próprio Autor (adaptado de Silva, 2002).

Também para contribuir com as transferências de conhecimentos dos três projetos da empresa, os dados de simulações ANSYS realizados por parceiros externos contribuíram para a sistematização das conversões do conhecimento.

### 6.2.3 Análise dos dados

Considerando que se trata de uma pesquisa aplicada, é necessário que o modelo proposto seja traduzido de uma maneira mais viável para sua aplicação, relacionando as conversões – dimensões existentes com o conteúdo, para formular hipóteses e melhores práticas como mostra o quadro 10.

Além dessa proposta de conversão do conhecimento, também ficou evidente a autonomia da equipe de engenharia na tomada de decisão nas fases de projetos, motivada pela troca de conhecimento durante a coleta de dados e nesta fase de análise dos dados.

Quadro 10: Transformações do conhecimento na entrevista.

<b>Entrevista</b>	<b>Socialização</b>	<b>Externalização</b>	<b>Combinação</b>	<b>Internalização</b>
Como as ideias de novos produtos são geradas? Como esta informação é conduzida na empresa?	(HT) diálogo e reuniões com as equipes de projeto	(HT) produtos descritos por procedimentos internos	(HT) formas unificadas de documentos de projetos	(HT) estudo de projetos anteriores (HT) análise de relatórios de projetos
	(MP) transferência de conhecimento adquirido durante o desenvolvimento do projeto			
Como é feito a prospecção de mercado no lançamento de novos produtos?	(HT) realizado pesquisa de mercado	(HT) condução de alianças e parcerias de tecnologia (MP) acordos contratuais e troca de conhecimentos tácitos		(HT) monitoramento do mercado e estudo de parcerias
Qual é o papel da liderança no desenvolvimento de produtos?	(HT) discussão e ajustes com a equipe	(HT) instrução e orientação dos processos	(MP) execução de melhorias na infraestrutura (computadores)	(HT) estudar o comportamento da equipe com melhores resultados
Qual é o tempo médio do processo de desenvolvimento de produto?	(HT) depende da quantidade de membros da equipe	(HT) descritos pela importância das ideias	(HT) processos unificados de desenvolvimento	(MP) monitorar as fases do produto
Qual sua opinião sobre o processo (em termos de canais de comunicação)	(MP) diálogo e contatos com pessoas (fontes) externas	(HT) oportunidade de registros das falhas e acertos	(MP) padronização e armazenamento de conhecimento	(HT) técnicas de interpretação de resultados

estabelecidos) desenvolvido na empresa?			explícito	
Que novas tecnologias serão necessárias para tornar os produtos da empresa mais competitivos no futuro?	(HT) diversidade de ideias e conceitos predominam o formato tácito (HT) interação com a equipe técnica e conhecimento tácito dos projetistas			
As situações de falhas, erros e retrabalhos ocorrem? A que você os atribui?	(HT) trabalho com diversas ideias e conceitos			(HP) estudos pelos projetistas sem critérios de normas
Em sua opinião qual o projeto de maior destaque desenvolvido (sucesso) pela empresa? Quais foram os motivos que levaram ao sucesso?	(MP) líderes utilização o conhecimento tácito e explícito em benefícios de fatos novos e transmissão de ideias			
Em sua opinião qual o projeto que menos se destacou (mal sucedido)? Quais foram os motivos que o levaram ao “fracasso”.	(HT) líderes motivam o conhecimento individual e promovem a solução através da experiência em determinados fatos, sem o compartilhamento com a equipe			

Legenda: (HT) Hipóteses; (MB) Melhores práticas

Fonte: Próprio Autor (adaptado de Silva, 2002).

Com relação à perspectiva que envolve as atividades do entrevistado quanto sua relação com o PDP da empresa, permitiu ao entrevistador a coleta de dados que prioriza fatos e experiências que devem nortear o trabalho do comitê de implantação. Essa forma de atuação nas atividades predomina um formato funcional e departamental, com rotinas e normas de engenharia que prevalecem o conhecimento explícito e cria um ambiente que valoriza o conhecimento tácito na empresa.

Segundo Silva (2002), quanto mais membros em um grupo de projetos estiverem envolvidos maior será a troca de conhecimento tácitos (Socialização) entre os indivíduos. Os

líderes de projeto devem conduzir, gerenciar os canais de comunicação, deixar claras as (Externalização) regras e objetivos do projeto.

A interpretação das conversões do conhecimento permite uma contínua revisão da hipótese e melhores práticas utilizando a matriz do conhecimento, em casos ocorridos ou para transmitir ideias na forma de trabalhar com o conhecimento dentro da empresa.

## 6.2.4 Implementar as ações

Com relação aos resultados da coleta de dados pelo comitê de implantação, o pesquisador motivou a execução de um modelo que implica no compartilhamento de visões individuais (Socialização) e o desenvolvimento do modelo da planilha eletrônica do conhecimento (Externalização) para a resolução sistemática de problemas com o conhecimento tácito na engenharia do produto da empresa pesquisada.

Uma máscara contendo os dados de entrada de projeto e uma série de condições de uso do modelo, transformando o conhecimento tácito da equipe em explícito como ilustra a figura 17.

Figura 17: Modelo da planilha eletrônica do conhecimento.

SEÇÃO	1			2			3		
Ø_int	2500			2300			1400		
Espessura	16			16			16		
Comp_seção	12800			7200			4200		
Chapas	Input	Largura	Comp.	Input	Largura	Comp.	Input	Largura	Comp.
MANUAL	2400	12000		4000	16000		2400	12000	
Planificação	Desenv.	Ang. A	Ang. B	Desenv.	Ang. A	Ang. B	Desenv.	Ang. A	Ang. B
	7904	360	0	7276	360	0	4448	360	0
Quantidades	Virolas	Solda_L	Solda_C	Virolas	Solda_L	Solda_C	Virolas	Solda_L	Solda_C
	6	1	5	1			2	1	1
Nº	Virolas	Solda		Virolas	Solda		Virolas	Solda	
Base a LT.	1	2400	25	1100	20		2400		
7100	2	2400	205	4000	200		1800	180	
	3	2400	25	2100	20				
	4	1800	205						
	5	2100	25						
	6	1700	205						
	7								
	8								
	9			1360					
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								
Total / Seção	12800			8560			4200		

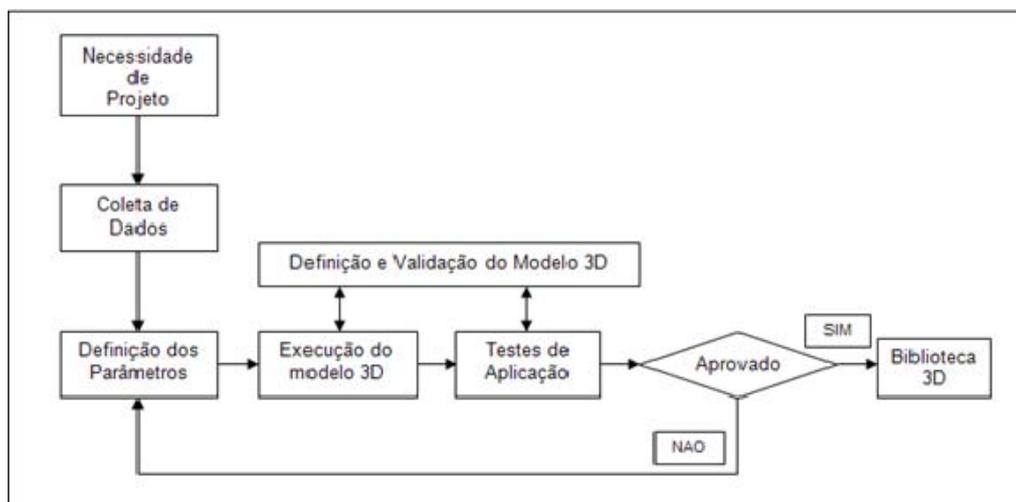
Fonte: Próprio Autor .

Para inserir os dados na planilha eletrônica do conhecimento de maneira que a integridade e disponibilidade dos dados represente o conhecimento técnico processados da

análise documental realizada, um procedimento de validação dos dados foi solicitado pelo comitê de implantação.

A análise e gerenciamento através do procedimento de validação tem a capacidade de identificar, analisar e monitorar os dados, garantindo que o objetivo da gestão do conhecimento seja tratado de maneira a torná-lo explícito para a organização, como mostra o procedimento na figura 18.

Figura 18: Procedimento de validação do parâmetro (conhecimento)



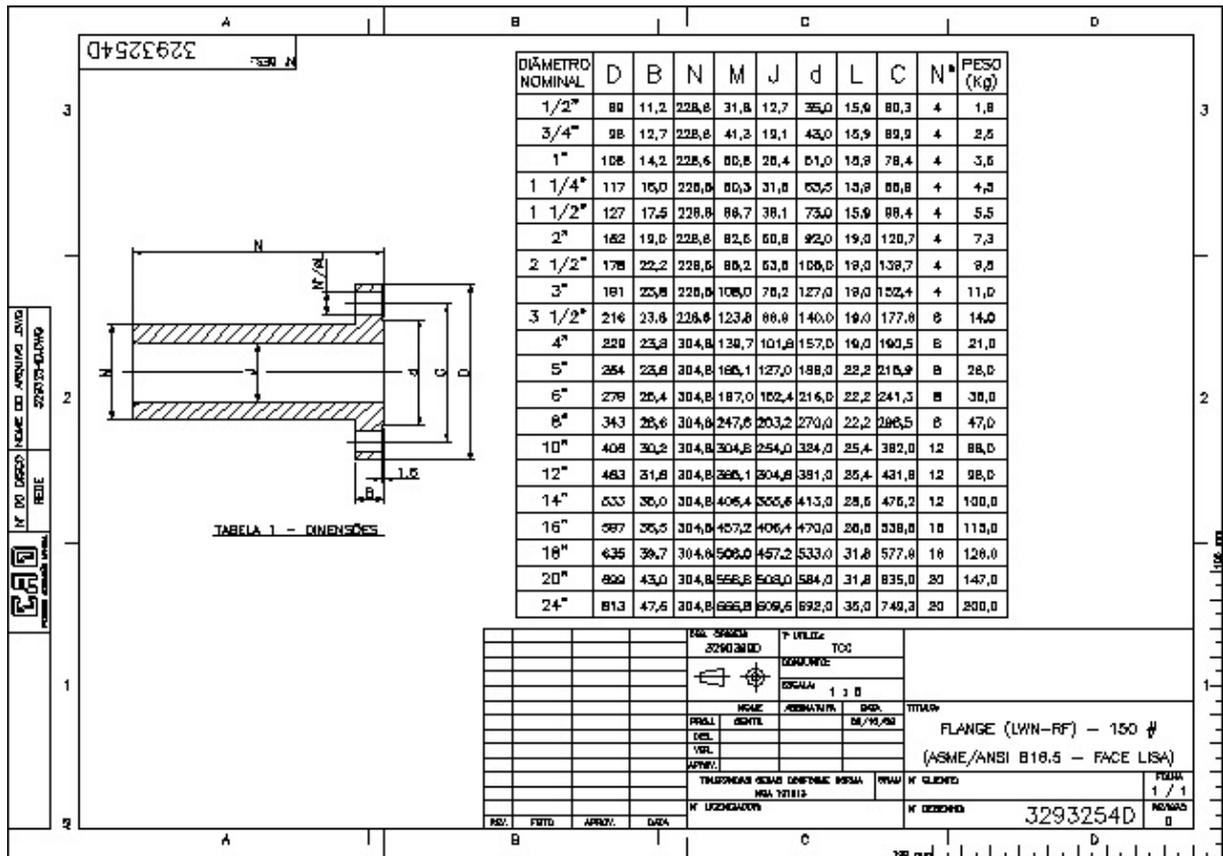
Fonte: Próprio Autor

Para a correta utilização do procedimento de validação dos parâmetros e a aplicação na modelagem 3D, é necessário cumprir algumas etapas que foram desenvolvidas para aplicação neste projeto piloto na empresa, como apresentadas na figura 18.

- **Necessidade de projeto:** Uma vez especificado o projeto e concluído o memorial de cálculo, tem início a fase de detalhamento do projeto, no qual a engenharia especifica os itens que compõem a estrutura de planejamento da obra. Nesta estrutura de lista, são apontados os itens a serem utilizados da biblioteca 3D ou suas necessidades de criação. Esta necessidade tem que acontecer muitas vezes em paralelo ao desenvolvimento do projeto, então a escolha do item deve ser criteriosa e responsável, para não interferir no prazo final.
- **Coleta de dados:** Com a informação do item definida, os itens que envolvem fabricação têm prioridade nesta fase, a qual tem a responsabilidade de atender as normas do cliente, definição de fabricação e especificações de processo.

- Definição dos parâmetros:** Cada parâmetro com sua prioridade devem ser associados ao desenvolvimento do modelo 3D. Este parâmetro define as dimensões, tolerâncias, peso e material de aplicação. Geralmente as dimensões são definidas em desenhos de compra ou especificação técnica do fornecedor ou da empresa.

Figura 19: Desenho de compra parametrizada



Fonte: Próprio autor.

Com a finalidade de padronizar alguns itens de compra, os desenhos podem ser executados de maneira a contemplar diversas dimensões no mesmo formato de desenho (Figura 19).

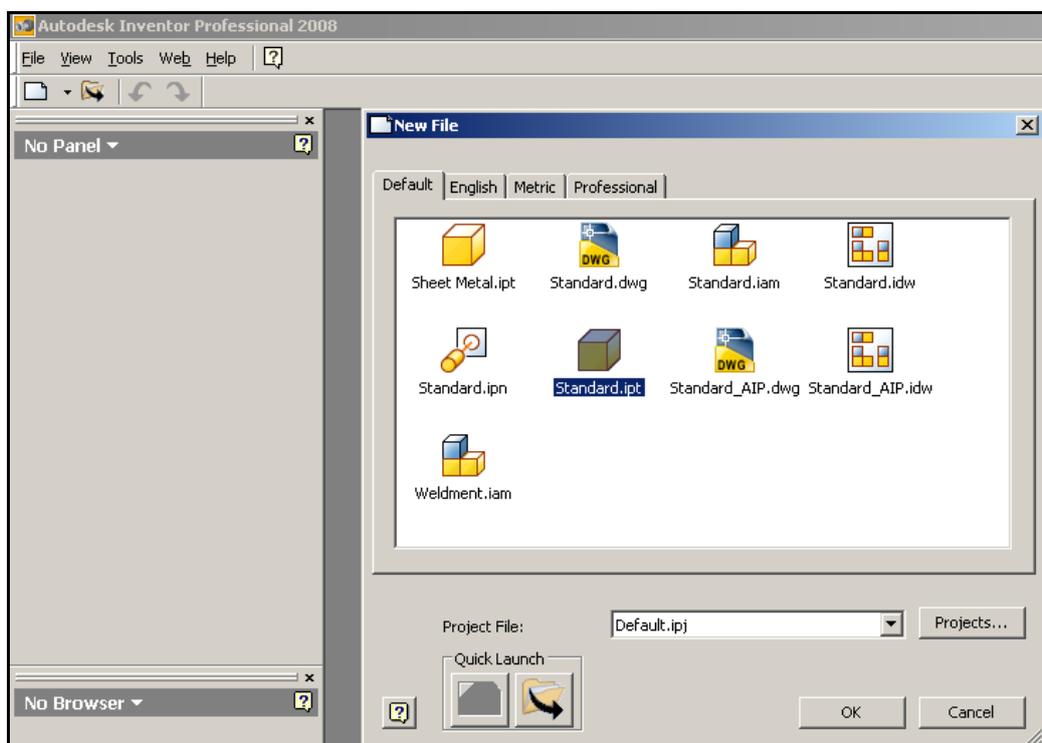
- Execução do modelo 3D:** Com a necessidade de criar uma biblioteca completa de itens padronizados, e não usar o *iPart*<sup>17</sup>, seria necessário desenhar e salvar cada arquivo separadamente, o que se tornaria inviável e demandaria muito tempo para a criação dessas bibliotecas parametrizadas. A *iPart* destaca-se principalmente pela sua

<sup>17</sup> *iPart*: é uma ferramenta do software CAD 3D para usar as funções do Microsoft Excel, editar uma tabela, recurso de cor e material do modelo 3D.

facilidade de implementação e utilização. Com essa finalidade de facilitar a construção do modelo 3D, tem início a parametrização no software Inventor 2008:

A parametrização do modelo 3D tem início com a escolha do arquivo como mostra a figura 20 para a modelagem do sólido. Normalmente a escolha do arquivo é com relação a aplicação do modelo e para isso são divididos nas extensões *.ipt*; *.iam* e *.dwg* , todos voltados para execução de desenhos técnicos.

Figura 20: Início da parametrização.

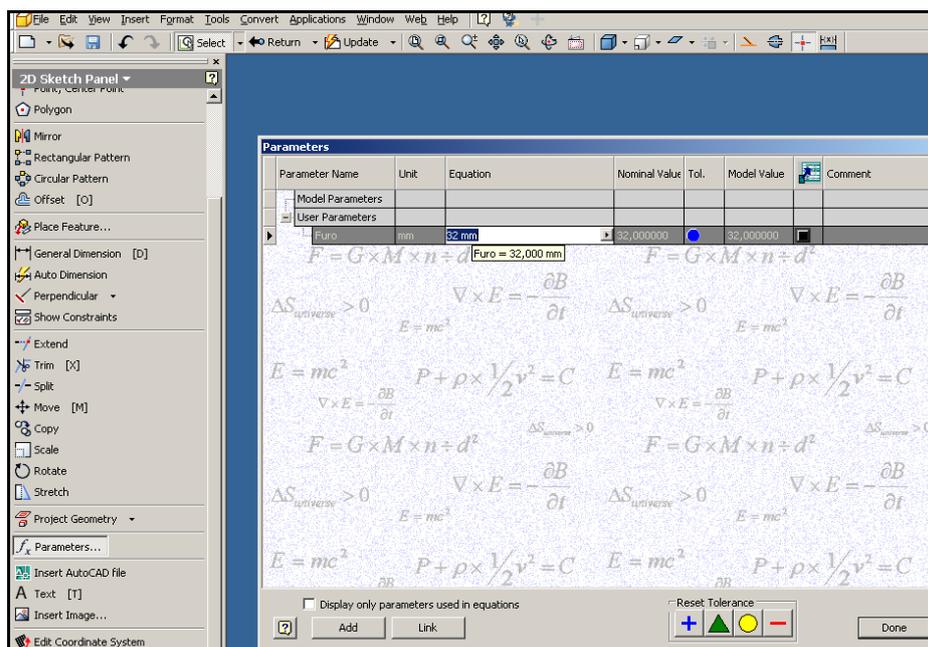


Fonte: Próprio autor.

A figura 21 demonstra os parâmetros de construção do modelo 3D que deveram ser preenchidos, de acordo com o levantamento realizado previamente na planilha eletrônica do conhecimento. Este parâmetro é também com relação ao sistema de medida, que pode se em milímetro ou polegada dependendo da sua aplicação.

Esta fase define os dados do conhecimento que serão controlados através de *link* do Excel com o software Inventor 2008, para elaboração desta etapa o comitê teve ajuda do analista de TI.

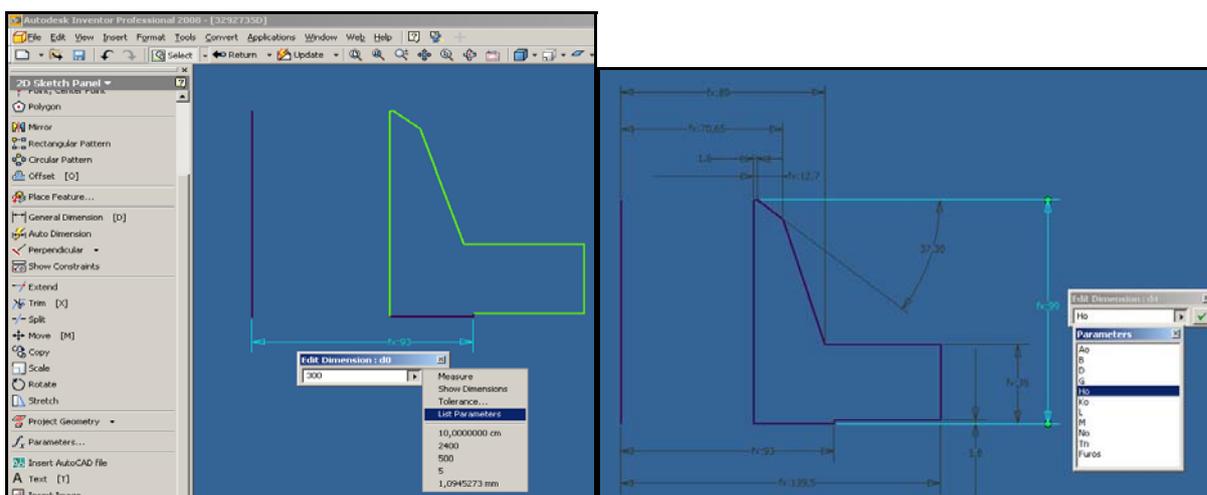
Figura 21: Variável do modelo parametrizado.



Fonte: Próprio autor.

A definição dos parâmetros do modelo 3D está na planilha do conhecimento e estão sendo controlados no Excel de acordo com sua norma técnica, como descrito no passo anterior. Os projetistas do comitê de implantação com base nos parâmetros iniciam o processo de construção do modelo inserindo-os no perfil desenhado do produto, em que representam as medidas do modelo como mostra à figura 22.

Figura 22: Perfil do modelo parametrizado.



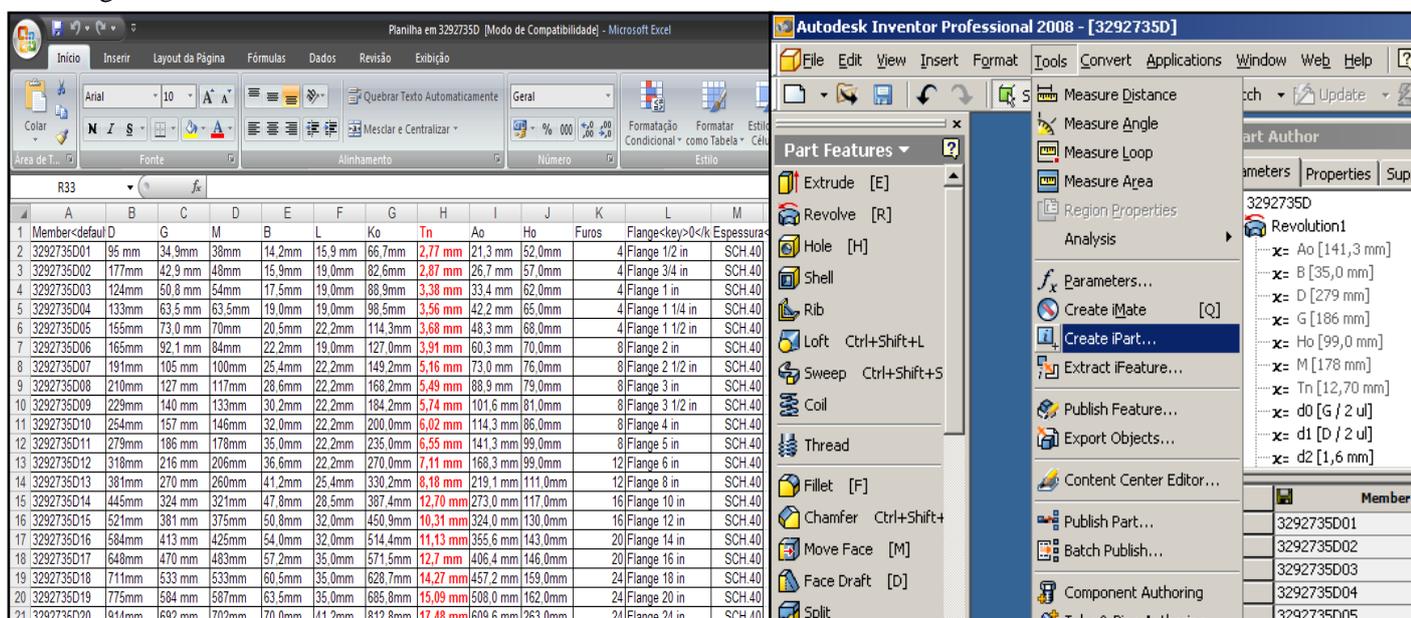
Fonte: Próprio autor.

Para o modelo 3D cuja medida parametrizada não acontece variação nos projetos, não se torna viável a criação de um modelo para cada aplicação. Desta maneira foi realizado um modelo que atenda essa diversidade de medidas padronizadas, que normalmente são encontradas em catálogos técnicos e instruções de processos.

Outro critério importante foi decidir quais produtos seriam parametrizados, ou seja, tem histórico de trabalhos repetitivos e modelos diferenciados contemplando a pesquisa a mais de três normas para a execução do projeto.

Os parâmetros definidos na planilha do conhecimento são inseridos no modelo 3D, através de um atributo do próprio software Inventor 2008, como ilustra a figura 23.

Figura 23: Parâmetros do modelo 3D.

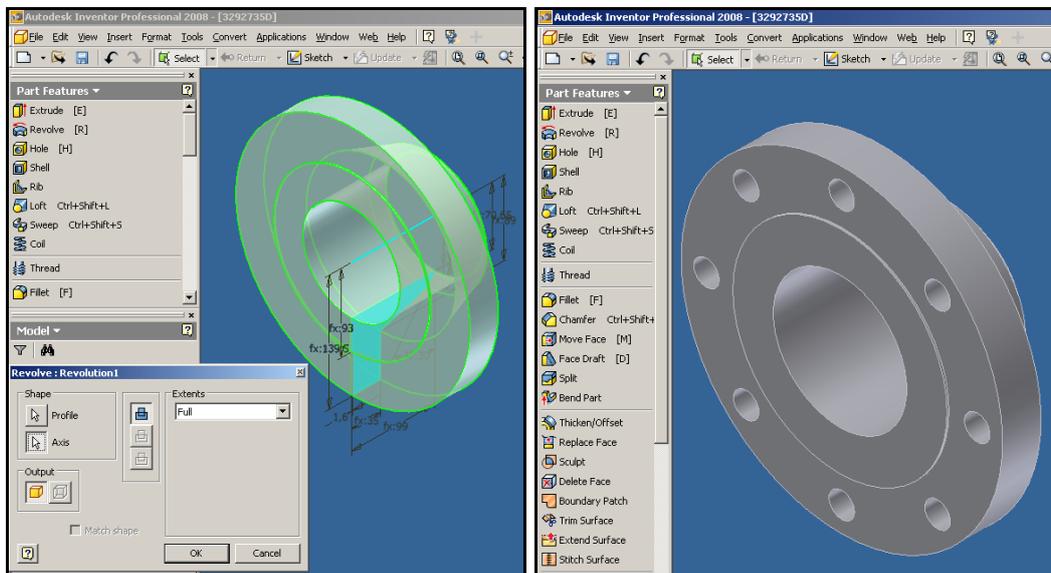


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Member<default	D	G	M	B	L	Ko	Tn	Ao	Ho	Furos	Flange<key>0<k	Espessuras
2	3292735D01	95 mm	34,9mm	38mm	14,2mm	15,9 mm	66,7mm	2,77 mm	21,3 mm	52,0mm	4	Flange 1/2 in	SCH 40
3	3292735D02	177mm	42,9 mm	48mm	15,9mm	19,0mm	82,6mm	2,87 mm	26,7 mm	57,0mm	4	Flange 3/4 in	SCH 40
4	3292735D03	124mm	50,8 mm	54mm	17,5mm	19,0mm	88,9mm	3,38 mm	33,4 mm	62,0mm	4	Flange 1 in	SCH 40
5	3292735D04	133mm	63,5 mm	63,5mm	19,0mm	19,0mm	98,5mm	3,56 mm	42,2 mm	65,0mm	4	Flange 1 1/4 in	SCH 40
6	3292735D06	155mm	73,0 mm	70mm	20,5mm	22,2mm	114,3mm	3,68 mm	48,3 mm	68,0mm	4	Flange 1 1/2 in	SCH 40
7	3292735D06	165mm	92,1 mm	84mm	22,2mm	19,0mm	127,0mm	3,91 mm	60,3 mm	70,0mm	8	Flange 2 in	SCH 40
8	3292735D07	191mm	105 mm	100mm	25,4mm	22,2mm	149,2mm	5,16 mm	73,0 mm	76,0mm	8	Flange 2 1/2 in	SCH 40
9	3292735D08	210mm	127 mm	117mm	28,6mm	22,2mm	168,2mm	5,49 mm	88,9 mm	79,0mm	8	Flange 3 in	SCH 40
10	3292735D09	229mm	140 mm	133mm	30,2mm	22,2mm	184,2mm	5,74 mm	101,6 mm	81,0mm	8	Flange 3 1/2 in	SCH 40
11	3292735D10	254mm	157 mm	146mm	32,0mm	22,2mm	200,0mm	6,02 mm	114,3 mm	86,0mm	8	Flange 4 in	SCH 40
12	3292735D11	279mm	186 mm	178mm	35,0mm	22,2mm	235,0mm	6,55 mm	141,3 mm	99,0mm	8	Flange 4 1/2 in	SCH 40
13	3292735D12	318mm	216 mm	206mm	36,6mm	22,2mm	270,0mm	7,11 mm	168,3 mm	99,0mm	12	Flange 6 in	SCH 40
14	3292735D13	381mm	270 mm	260mm	41,2mm	25,4mm	330,2mm	8,18 mm	219,1 mm	111,0mm	12	Flange 8 in	SCH 40
15	3292735D14	445mm	324 mm	321mm	47,8mm	28,5mm	387,4mm	12,70 mm	273,0 mm	117,0mm	16	Flange 10 in	SCH 40
16	3292735D16	521mm	381 mm	375mm	50,8mm	32,0mm	450,9mm	10,31 mm	324,0 mm	130,0mm	16	Flange 12 in	SCH 40
17	3292735D16	584mm	413 mm	425mm	54,0mm	32,0mm	514,4mm	11,13 mm	355,6 mm	143,0mm	20	Flange 14 in	SCH 40
18	3292735D17	648mm	470 mm	483mm	57,2mm	35,0mm	571,5mm	12,7 mm	406,4 mm	146,0mm	20	Flange 16 in	SCH 40
19	3292735D18	711mm	533 mm	533mm	60,5mm	35,0mm	628,7mm	14,27 mm	457,2 mm	159,0mm	24	Flange 18 in	SCH 40
20	3292735D19	775mm	584 mm	587mm	63,5mm	35,0mm	685,8mm	15,09 mm	508,0 mm	162,0mm	24	Flange 20 in	SCH 40
21	3292735D20	914mm	692 mm	702mm	70,0mm	41,2mm	812,8mm	17,48 mm	609,6 mm	263,0mm	24	Flange 24 in	SCH 40

Fonte: Próprio autor.

A figura 24, conhecido internamente como *finish sketch* do modelo 3D, foi utilizada tomando como plano de trabalho os procedimentos indicados pelo fabricante do software através do treinamento ao comitê de implantação. Para esta pesquisa foi possível adotar as habilidades dos projetistas e as competências necessárias do pesquisador, por entender que os recursos do software alinhado com os parâmetros da planilha do conhecimento são suficientes para a conclusão de cada modelo paramétrico.

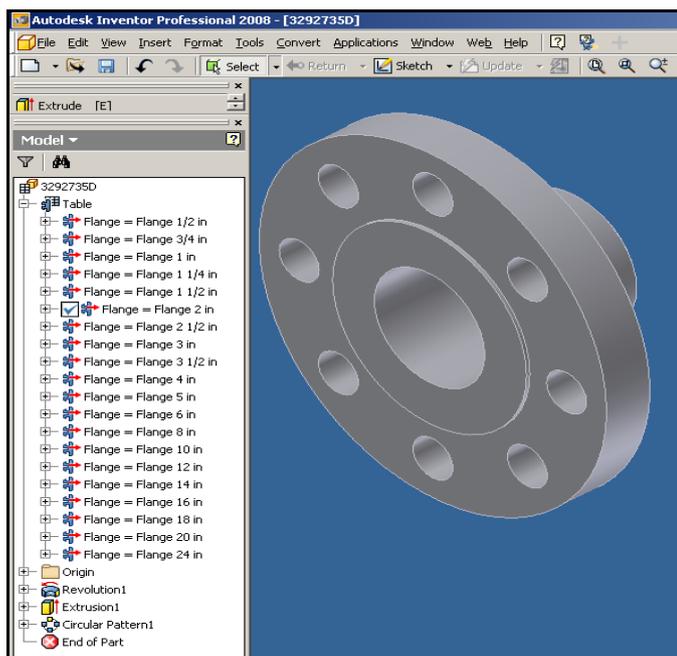
Figura 24: Modelo 3D.



Fonte: Próprio autor.

- **Testes de aplicação e validação:** O processo de avaliação pressupõe que verificar e reavaliar o modelo 3D, pode definir ações de melhorias nos parâmetros da planilha do conhecimento para validar o modelo implantado na empresa, como mostra a figura 25.

Figura 25: Modelo 3D finalizado.



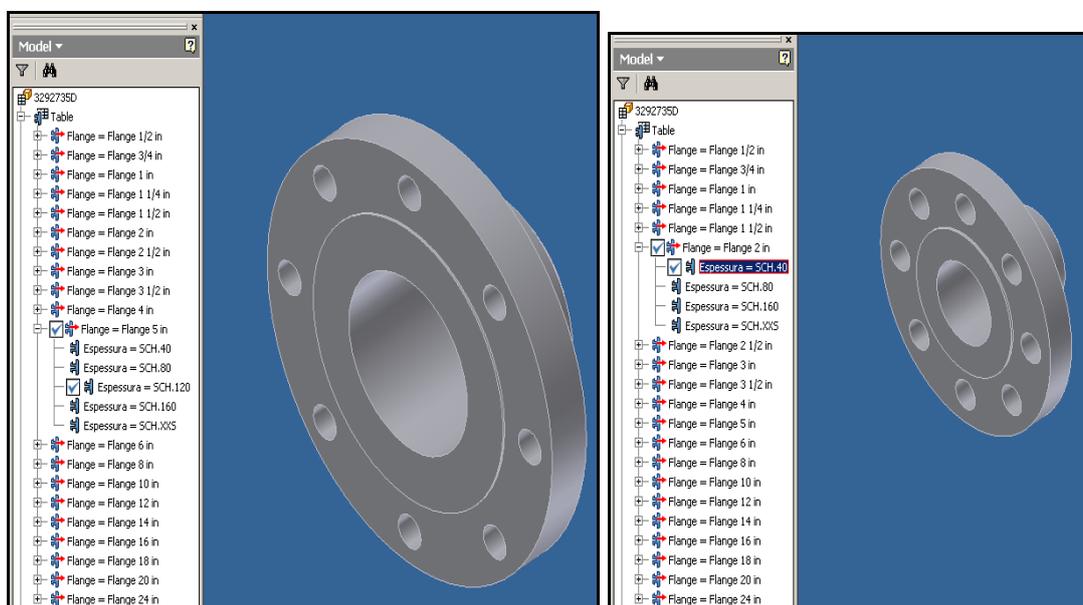
Fonte: Próprio autor.

Os testes de aplicação (Figura 26) são realizados pelo o engenheiro ou responsável técnico, através de verificação dos parâmetros e suas as dimensões no modelo 3D. Portanto para avaliar e validar o modelo desenvolvido adotou-se os critérios:

- Avaliar o parâmetro da planilha do conhecimento e as medidas no modelo;
- Verificar se o modelo é replicável em outros projetos;
- Comparar os dados antes e depois da parametrização;

Como processo de aprovação ou reprova o modelo 3D, definiu que se reprovaado deverá ser enviado novamente à fase de definições de parâmetros.

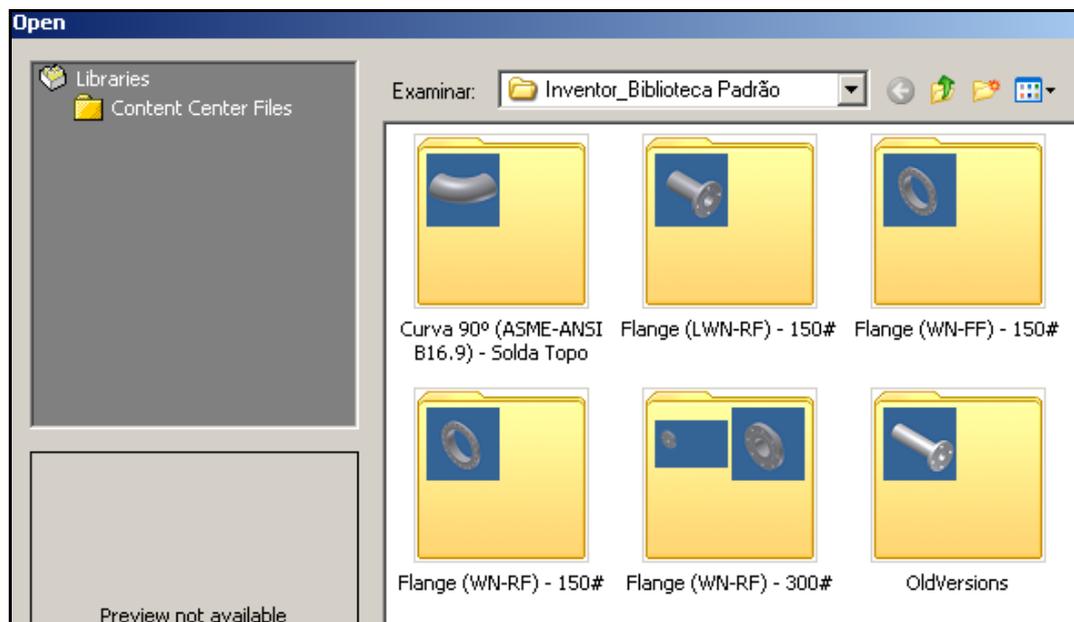
Figura 26: Testes de aplicação.



Fonte: Próprio autor.

- **Biblioteca de modelos 3D:** Após aprovado o modelo 3D, este é enviado a uma biblioteca de modelos 3D que deverá ser sempre uma referencia confiável de engenharia, em que os modelos deverão conter todas as fases deste procedimento e seu uso seja responsável por parte do usuário. Para aumentar ainda mais a confiabilidade, apenas o engenheiro de aplicação e o controle de documentos terão acesso total para inserir ou modificar este modelo na biblioteca, restando assim aos usuários somente copiar o arquivo para utilização no seu produto (Figura 27).

Figura 27: Configuração da biblioteca 3D.

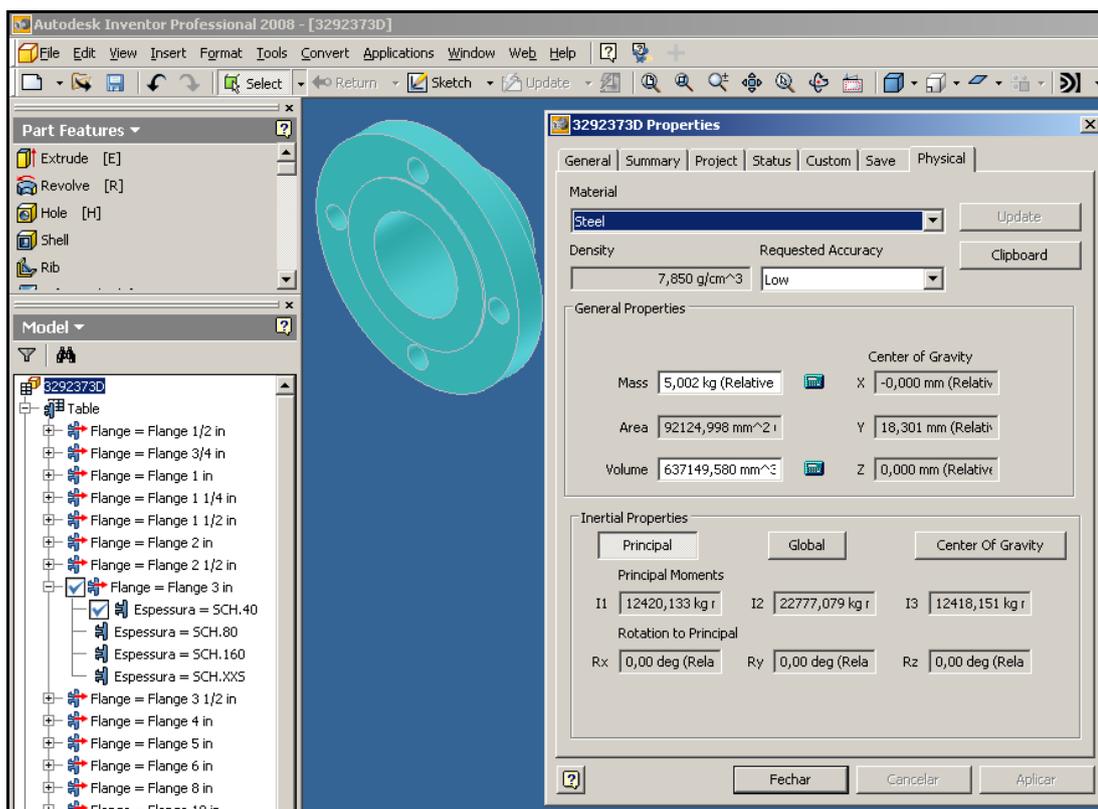


Fonte: Próprio autor.

Segundo Coughlan & Coughlan (2002) a pesquisa-ação também tem objetivo em analisar, planejar e programar ações no ciclo do PDP. A aplicação do modelo 3D no desenvolvimento de produtos, mais especificamente na fase de engenharia, tem como suporte o PDP proposto por Rozenfeld et al (2006), como uma ferramenta de trabalho. A seguir alguns exemplos de aplicação do modelo 3D somente na fase de desenvolvimento produtos, conforme objetivo da pesquisa na empresa:

- Conceber Produto:** Com uma ideia inicial mais geral do produto, em que objetivo principal é a coleta de informações sobre as possibilidades tecnológicas, viabilidade econômica do produto e necessidades de mercado, uma das medidas a ser tomada é o esboço do projeto. Uma das solicitações da alta administração ao grupo de desenvolvimento é obter com precisão seus valores de custo, retorno esperado, data de lançamento e especificações do produto. Estas informações podem ser obtidas a partir de um modelamento 3D como: peso, forma construtiva, embalagem, equipamentos para instalação e se necessário até usinagem de material, com isso antecipando e definindo melhores conceitos e ideias do produto (Figura 28).

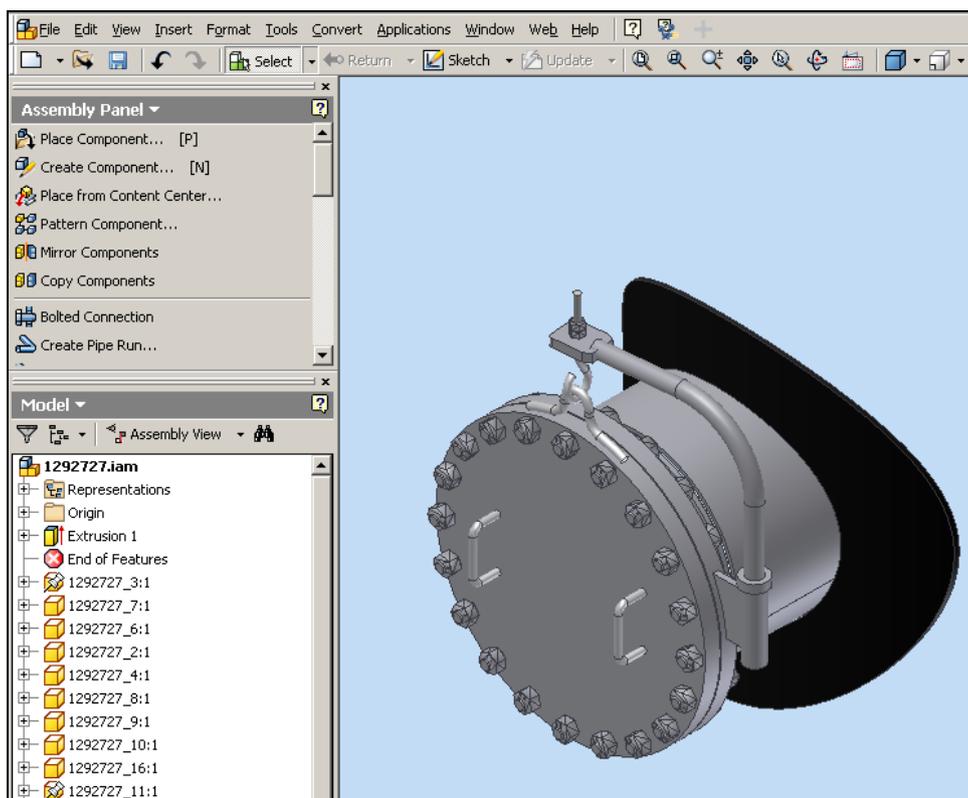
Figura 28: Peso e matéria prima.



Fonte: Próprio autor.

- Conceituar Produto:** Nesta etapa, acontece a engenharia simultânea com ênfase na técnica de transformar as características do produto em suas respectivas estruturas preliminares. Com a utilização do modelo 3D na construção do produto, podem ser definidos os itens de compra e fabricação interna e uma previsão de custo que indicará se é viável a continuidade do projeto (Figura 29).

Figura 29: Conceituar o produto.

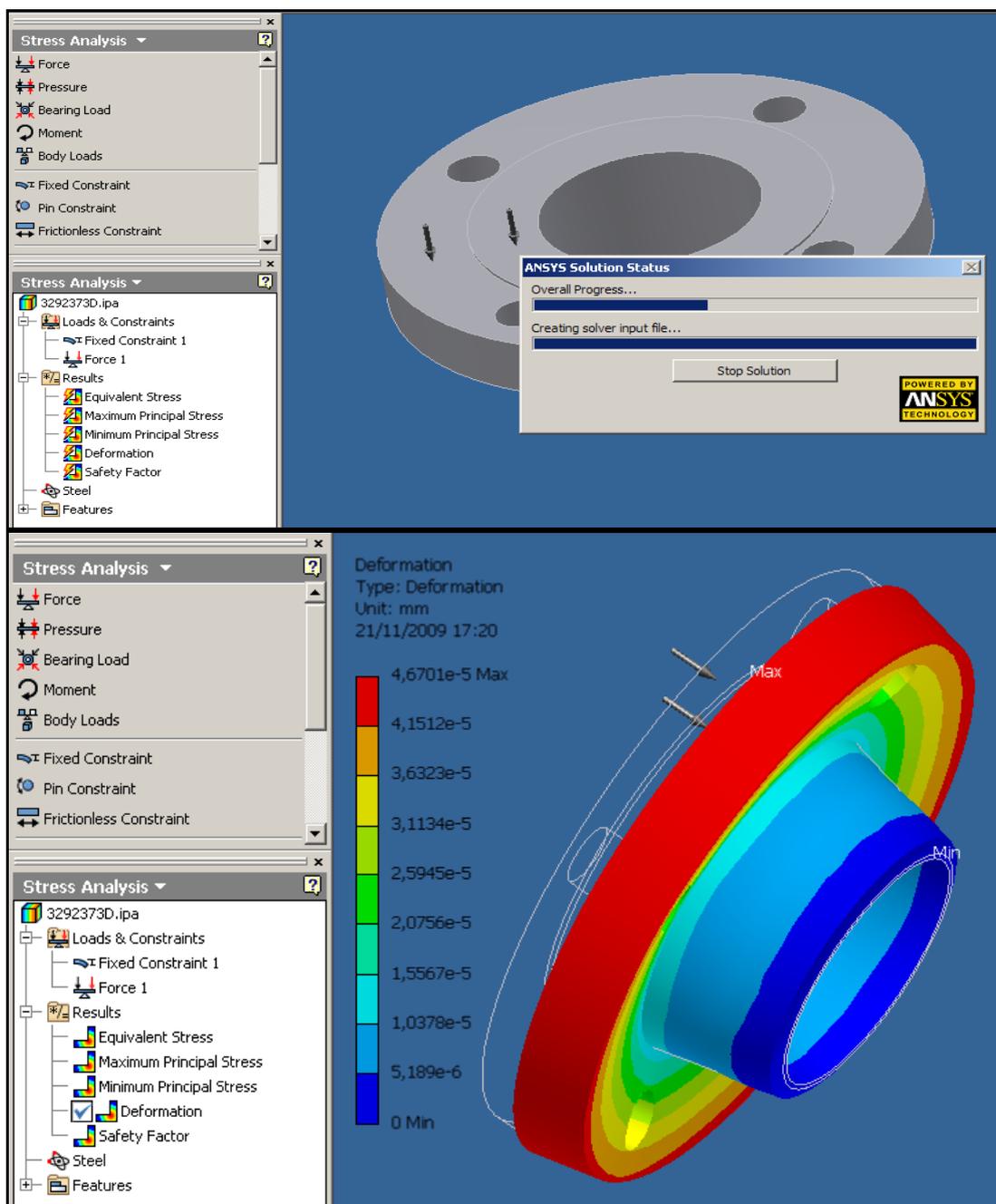


Fonte: Próprio autor.

- **Projetar Produto e Processo:** É uma atividade que necessita desde a identificação do mercado/necessidades dos usuários até a aquisição do produto pelo usuário sendo capazes de satisfazer suas necessidades. Quando se realiza o projeto de um produto, é necessário um contexto com várias hipóteses e melhores práticas que estarão auxiliando na caracterização do produto como: a forma, função, objetivo global e benefícios. Para avaliar estas etapas são necessários o detalhamento do produto e o processo ao qual irá realizar os conceitos de viabilidade, aceitabilidade e vulnerabilidade do produto.

Essas avaliações podem ser determinadas através de cálculos, simulações, análise estrutural, interferência de montagem, etc.. Com a aplicação do software Inventor no modelamento 3D destas fases, a interação entre elas se torna rápida, com redução do grau de incerteza e custos extras no projeto. Algumas ferramentas dentro do software Inventor são capazes também de emitir relatórios e informações, como mostra a figura 30.

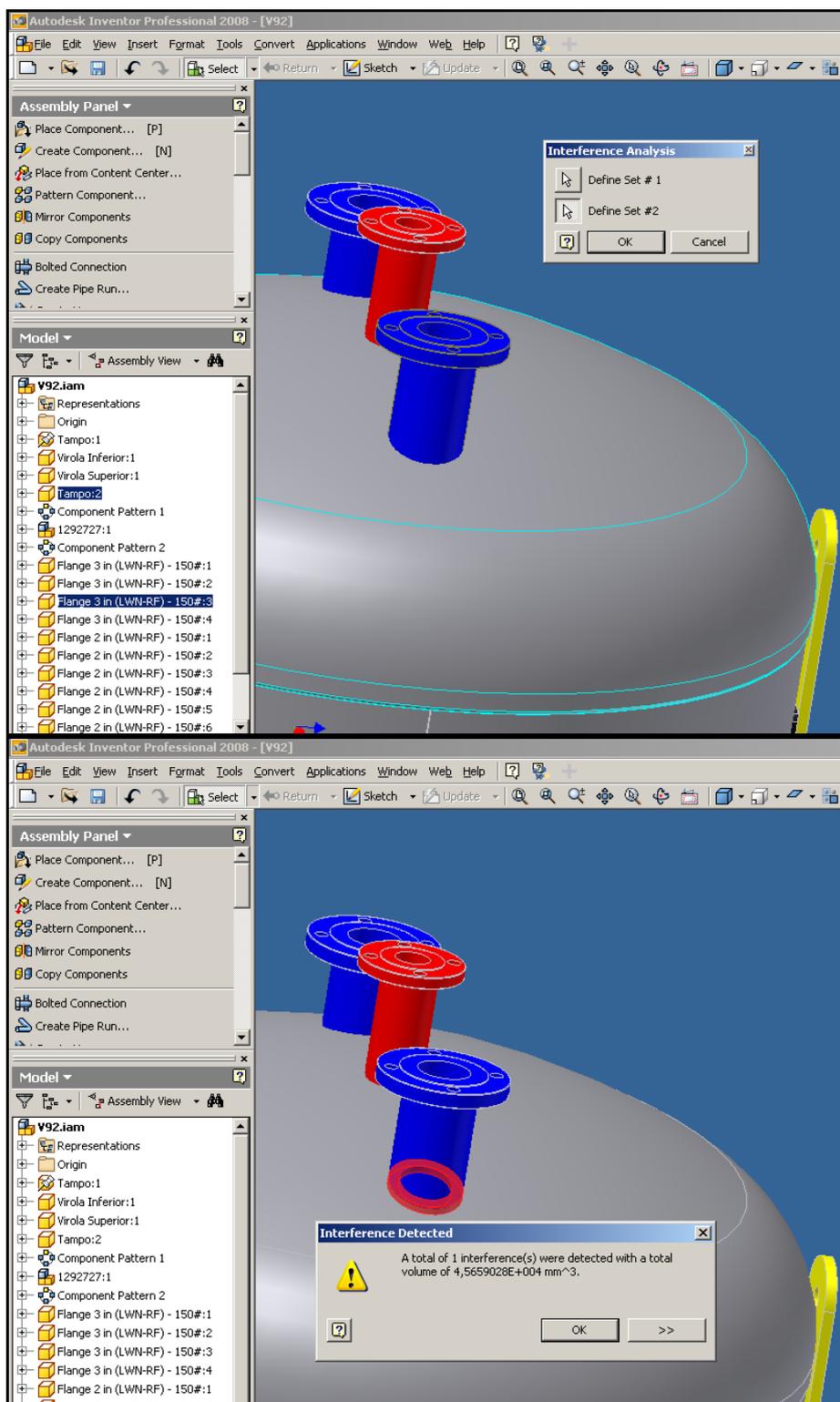
Figura 30: Informações de elementos finitos.



Fonte: Próprio autor.

Também uma análise de interferências dos componentes que constituem o produto pode ser realizada com o modelo 3D no software inventor, conforme ilustra a figura 31.

Figura 31: Análise de interferência.

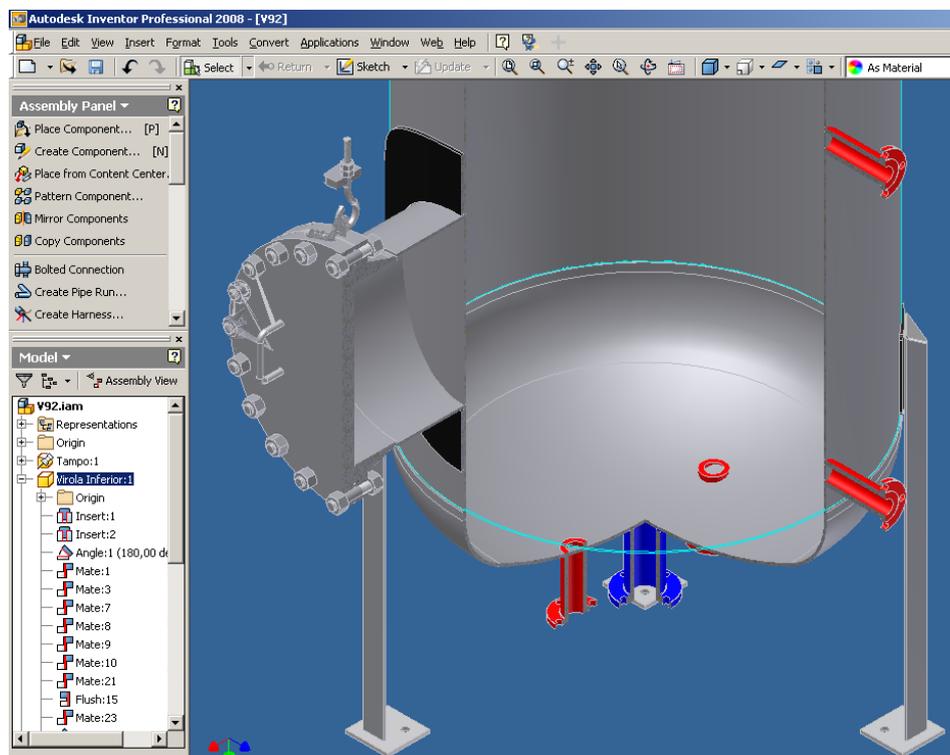


Fonte: Próprio autor.

O projeto de vaso de pressão do setor petroquímico tem algumas particularidades, como os detalhes da parte interna do equipamento, que na maioria dos projetos são de difícil

visualização na fase de projeto. Com o modelo 3D este componente interno do produto pode ser mais bem analisado, devido aos recursos que o software Inventor proporciona como mostra a figura 32.

Figura 32: Análise de montagem.

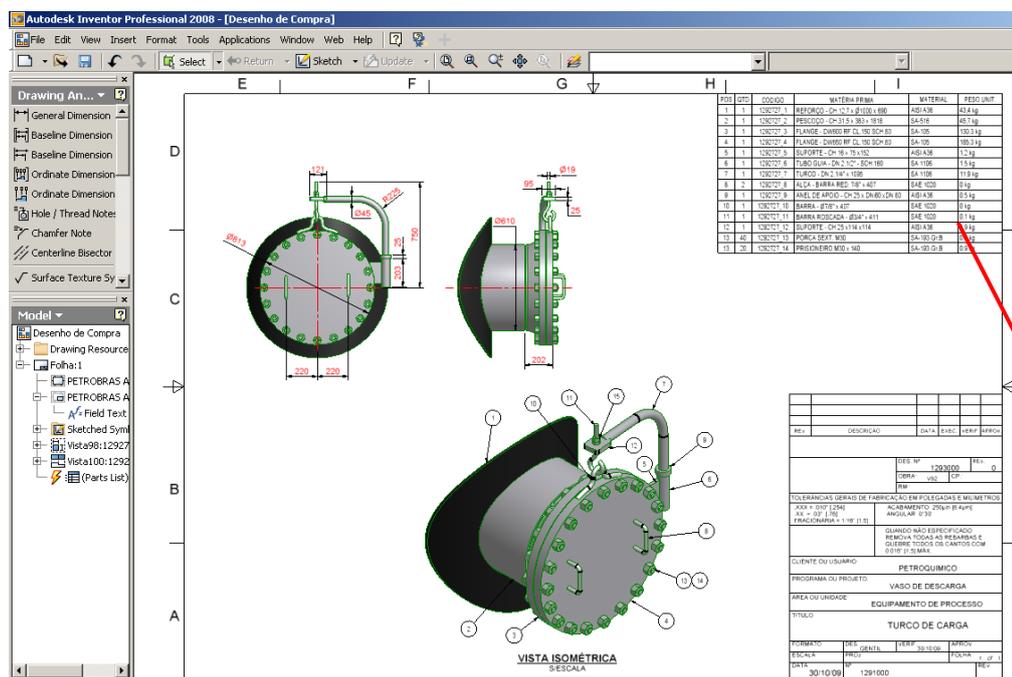


Fonte: Próprio autor.

Ao optar pelo modelo 3D no software Inventor, algumas atividades do desenvolvimento do produto estão relacionadas com a gestão do conhecimento, como a confecção da lista de materiais, que antes da aplicação do projeto piloto na empresa, era baseado no conhecimento tácito dos projetistas e engenheiros.

Com a execução da modelagem 3D utilizando a planilha eletrônica do conhecimento, os itens da lista de materiais estão relacionados com o modelo 3D, gerando assim a lista em função da relação entre a gestão do conhecimento e software Inventor estarem integrados com as melhores práticas de projeto, como mostra a figura 33.

Figura 33: Desenho de fabricação.



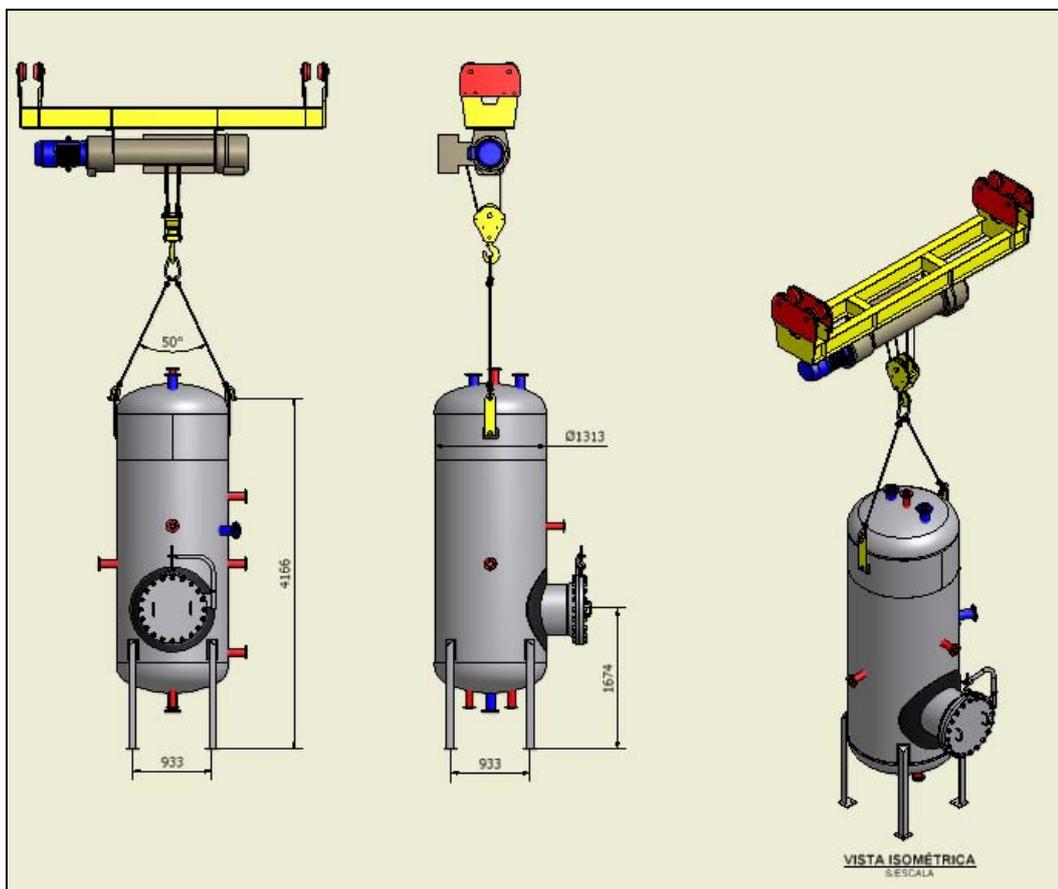
POS	QTD	CÓDIGO	MATÉRIA PRIMA	MATERIAL	PESO UNIT.
1	1	1292727_1	REFORÇO - CH.12,7 x Ø1000 x 690	AISI A36	43,4 kg
2	1	1292727_2	PESCOÇO - CH.31,5 x 383 x 1818	SA-516	45,7 kg
3	1	1292727_3	FLANGE - DW600 RF CL.150 SCH.80	SA-105	130,3 kg
4	1	1292727_4	FLANGE - DW650 RF CL.150 SCH.80	SA-105	185,3 kg
5	1	1292727_5	SUPORTE - CH 16 x 75 x 152	AISI A36	1,2 kg
6	1	1292727_6	TUBO GUIA - DN 2.1/2" - SCH.160	SA 1106	1,5 kg
7	1	1292727_7	TURCO - DN 2.1/4" x 1095	SA 1106	11,9 kg
8	2	1292727_8	ALÇA - BARRA RED. 7/8" x 407	SAE 1020	0 kg
9	1	1292727_9	ANEL DE APOIO - CH 25 x DNI60 xDN 80	AISI A36	0,5 kg
10	1	1292727_10	BARRA - Ø7/8" x 407	SAE 1020	0 kg
11	1	1292727_11	BARRA ROSCADA - Ø3/4" x 411	SAE 1020	0,1 kg
12	1	1292727_12	SUPORTE - CH 25 x 114 x 114	AISI A36	1,9 kg
13	40	1292727_13	PORCA SEXT. M30	SA-193-Gr.B	0,4 kg
13	20	1292727_14	PRISIONEIRO M30 x 140	SA-193-Gr.B	0,9 kg

Fonte: Próprio autor.

- Homologar Produto e Processo:** Após reuniões de avaliação e aprovação do produto e processo, em que os testes de montagem e funcionamento do protótipo é satisfatório, o projeto é homologado com base na emissão de relatórios e normas técnicas. Para instalação do equipamento, o modelo 3D é essencial para prever os equipamentos de utilização na montagem (ponte rolante, guindastes, gruas, andaimes, etc.). Para o transporte é uma importante ferramenta no auxílio para definir o tipo de transporte e içamento do equipamento, como mostra a figura 34.

Outra ferramenta que o modelamento 3D proporciona, é a facilidade na confecção dos manuais de instalação, operação e manutenção na qual é possível extrair fotos do modelo real do produto.

Figura 34: Desenho de instalação.



Fonte: Próprio autor.

- **Ensinar a empresa:** As informações finais sobre o procedimento de parametrização 3D e suas aplicações estão disponíveis para o treinamento da empresa pelo pesquisador, assim como outras atividades relacionadas com o software de apoio para esta fase de aprendizagem.

### 6.2.5 Avaliar o desempenho e consolidar o produto piloto

Nesta fase de avaliação, pressupõe o entendimento da aplicação da planilha eletrônica do conhecimento com o software 3D no desenvolvimento de produtos, reavaliar o processo e definir ações de melhorias é prioridades nesta fase.

O comitê de implantação relacionou o desempenho por meio de horas de engenharia no projeto, que mede a quantidade de horas apontadas no processo atual da empresa versus horas apontadas com a aplicação do modelo proposto. Portanto para avaliar o modelo implantado adotaram-se os critérios:

- Apontamento de horas de engenharia nos projetos A, B e C;
- Comparar as horas de engenharia destes projetos antes e depois da implantação, com base na revisão 00 dos desenhos;
- Aceitação da empresa com o modelo proposto.

#### a) Apontamento de horas de engenharia

O apontamento é realizado diariamente pela equipe de engenharia (projetistas e engenheiros) na fase de desenvolvimento do produto e serve para comparar as horas planejadas na proposta comercial com o realizado.

As horas planejadas de engenharia são estimadas em função da experiência do engenheiro de orçamentos e se necessário replanejadas durante o desenvolvimento do projeto para adequar ao prazo de entrega dos desenhos do produto ao planejamento de fábrica, sem comprometer o prazo final de entrega ao cliente.

A figura 35 mostra a quantidade de horas apontada nos projetos (A, B e C) analisados, considerando o modelo atual de desenvolvimento da empresa.

Figura 35: Apontamento de horas de engenharia.

PROJETO (A)	Controle Diário (hs)	1 dia	2 dia	3 dia	4 dia	5 dia	6 dia	7 dia	8 dia	9 dia	10 dia	11 dia	12 dia	13 dia	14 dia	15 dia	16 dia	17 dia	18 dia	19 dia	20 dia	Total		
	Planejado	160	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	160
Replanejado	208	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	24	24	24	8	8	8	208	03 pessoas parcialmente
Realizado	240	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	24	24	24	24	24	8	240	03 pessoas parcialmente
PROJETO (B)	Controle Diário (hs)	1 dia	2 dia	3 dia	4 dia	5 dia	6 dia	7 dia	8 dia	9 dia	10 dia	11 dia	12 dia	13 dia	14 dia	15 dia	16 dia	17 dia	18 dia	19 dia	20 dia	Total		
	Planejado	56	8	8	8	8	8	8	8															56
Replanejado	80	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8												80	01 pessoa
Realizado	88	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8											88	01 pessoa
PROJETO (C)	Controle Diário (hs)	1 dia	2 dia	3 dia	4 dia	5 dia	6 dia	7 dia	8 dia	9 dia	10 dia	11 dia	12 dia	13 dia	14 dia	15 dia	16 dia	17 dia	18 dia	19 dia	20 dia	Total		
	Planejado	104	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8										104
Replanejado	120	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16									120	02 pessoas parcialmente
Realizado	184	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16	16	16	16	16					184	02 pessoas parcialmente

Fonte: Empresa Pesquisada.

Semanalmente foram realizadas reuniões de acompanhamento dos projetos analisados, e em todos eles ficaram constatados que o planejamento inicial não atenderia o prazo. Com isso, foram replanejadas as horas com a inclusão de mais projetistas para conclusão dos projetos, prejudicando outras obras em função do deslocamento do profissional e gerando gastos extras com a contratação temporariamente serviço externo de engenharia, como mostra o projeto (A).

#### **b) Comparação de horas de engenharia (antes e depois da implantação)**

Para avaliar a eficácia do método de gestão do conhecimento, foram analisadas as horas apontadas antes e depois da implantação, pois são premissas que compõem o custo do produto no mercado. Mostra também o quanto uma equipe pode tornar um produto mais competitivo, com respostas e ações embasadas em conhecimento técnico adquirido.

Antes do modelo proposto, o projetista precisava do conhecimento do engenheiro e projetistas mais experientes para solucionar problemas técnicos no decorrer do desenvolvimento do projeto. O problema muitas vezes era encontrar o engenheiro do produto e com isto o projeto ficava parado. Com a planilha eletrônica do conhecimento, o colaborador obteve a autonomia para resolver eventuais dúvidas técnicas, sem prejudicar o desenvolvimento de suas atividades de desenhar / projetar.

O ponto importante do método proposto para o desenvolvimento do produto vaso de pressão é o fato de automatizar o processo manual de consulta às normas, procedimentos internos da organização e converter o conhecimento tácito em explícito através da planilha eletrônica do conhecimento.

A redução do tempo gasto nos projetos reduziu drasticamente como mostra a figura 36, no comparativo de horas de engenharia com o modelo atual de desenvolvimento de projetos em relação ao modelo proposto. Para a realização da análise das horas apontadas, o pesquisador fez a coleta de horas já pontadas nos projetos (A, B e C) e comparou com as horas apontadas na aplicação do modelo 3D.

Figura 36: Comparação de horas de engenharia.

	Controle Diário (hs)	1 dia 2 dia 3 dia 4 dia 5 dia 6 dia 7 dia 8 dia 9 dia 10 dia 11 dia 12 dia 13 dia 14 dia 15 dia 16 dia 17 dia 18 dia 19 dia 20 dia																				Total	
		1 dia	2 dia	3 dia	4 dia	5 dia	6 dia	7 dia	8 dia	9 dia	10 dia	11 dia	12 dia	13 dia	14 dia	15 dia	16 dia	17 dia	18 dia	19 dia	20 dia		
PROJETO (A)	Planejado	160	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	160	01 pessoa
	Replanejado	208	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	24	24	24	8	8	8	208	03 pessoas parcialmente
	Realizado	240	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	24	24	24	24	24	8	240	03 pessoas parcialmente
	Modelo 3D	88	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8									88	01 pessoa
PROJETO (B)	Planejado	56	8	8	8	8	8	8														56	01 pessoa
	Replanejado	80	8	8	8	8	8	8	8	8	8											80	01 pessoa
	Realizado	88	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8										88	01 pessoa
	Modelo 3D	32	8	8	8	8																32	01 pessoa
PROJETO (C)	Planejado	104	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8								104	01 pessoa
	Replanejado	120	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16								120	02 pessoas parcialmente
	Realizado	184	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16	16	16	16	16				184	02 pessoas parcialmente
	Modelo 3D	56	8	8	8	8	8	8	8													56	01 pessoa

Fonte: Empresa Pesquisada.

O resultado da redução de horas de engenharia também se beneficiou da melhora significativa do processo de comunicação entre os colaboradores, através da padronização dos termos técnicos de projeto na planilha eletrônica do conhecimento. Pode-se citar ao final da implantação do projeto piloto, por exemplo, o melhora na autoestima da equipe de projetistas com relação as suas atividades diárias de detalhamento de projetos; a equipe de engenheiros com relação aos trabalhos repetitivos de consulta as normas aplicáveis aos projetos; motivação e dedicação dos colaboradores mais experientes com a troca de conhecimento e também o novo aprendizado com o software Inventor;

### c) Aceitação da empresa com o modelo proposto

Foram propostos três projetos (A, B e C) que representaram diferentes tipos de conhecimento tácito e explícito do comitê de implantação ao longo desenvolvimento do PDP. Os projetos analisados estavam vinculados à fase de engenharia do produto vaso de pressão e suas aplicações não versam somente sobre a rapidez na execução dos projetos, mas sobre todo conhecimento adquirido ao longo dos anos que a empresa atua neste mercado de equipamentos para a indústria petroquímica.

Com base na atualização de informações como: viabilidade técnica, vantagem competitiva e conhecimento tácito transformando em explícito do produto na empresa, são

motivos de continuidade do modelo proposto na organização. Outra minuta desta implantação está vinculada a fase de homologação, em que consiste na avaliação dos resultados já apresentado nesta seção do trabalho e se apresentaram satisfatórios comparados ao modelo anterior praticado na empresa.

A fase de consolidação do projeto piloto pela empresa, também está relacionado à implantação pelo comitê sem a necessidade de contratação de serviços externos e software para o desenvolvimento deste projeto.

Foi através destes resultados de avaliação positiva, que influenciaram na validação da empresa com o modelo implantado e que durante estes treze meses de trabalho do comitê de implantação obtiveram várias lições aprendidas, que devem ser apreciadas por todos os envolvidos com o projeto.

## 7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir do confronto entre as respostas provenientes da entrevista e dos levantamentos dos projetos indicados pela empresa, procurou-se descrever e analisar os resultados encontrados que poderiam ocorrer às conversões conhecimento nas dimensões do PDP. Para isso, o pesquisador optou através de melhores práticas e hipóteses como uma forma de refinar sua avaliação sobre as conversões, permitindo um questionamento mais crítico do projeto estudado.

Na aplicação das entrevistas e nas conclusões do comitê de implantação, o pesquisador teve as percepções de que um mesmo tema variou entre as pessoas, independentemente de integrarem o mesmo ambiente de trabalho. Para isto, é pertinente esclarecer que, para a elaboração dos gráficos consideraram-se somente as informações coletadas a partir dos levantamentos dos projetos indicados pela empresa.

Para à análise dos resultados e posterior validação da empresa com relação ao modelo proposto, foi levantada no servidor (TI) da empresa pelo gerente da engenharia as horas apontadas por projeto. Nesta fase de engenharia do produto, o tempo de execução dos projetos é uma importante ferramenta para verificar a desempenho do desenvolvimento do produto na engenharia.

Um ponto importante a se destacar é que somente o apontamento dos projetistas (executores de desenhos) está sendo analisados neste trabalho, pois o engenheiro, coordenador e gerente não registram suas horas na fase de engenharia (detalhamento de desenhos) do projeto. Estes profissionais executam as atividades de gestão e acompanhamento de todos os projetos em andamento na fábrica e fornecedores, sendo que suas horas são apontadas de maneira separada e somada ao final de cada projeto.

A seguir, serão apresentados os resultados e consequências de cada projeto analisado nesta pesquisa:

- **Levantamento dos projetos A, B e C pelo comitê de implantação:** A análise da figura 37 mostra o resultado da conversão do conhecimento tácito dos projetos indicados pela empresa e interpretado pelo comitê de implantação seguindo as dimensões do PDP. Para isto, o levantamento foi dividido em quatro fases dentro do desenvolvimento do projeto para demonstrar sua dimensão, como:

- a) **Especificação do produto:** Classificação, identificação e codificação; Cálculos mecânicos; Fórmulas e regras de fabricação; Protótipos e modelos; Simulações de ANSYS.
- b) **Normas vigentes:** Especificação de tolerâncias; Normas vigentes; ISO 9000; Selo ASME.
- c) **Técnicas do produto:** Planilha de apontamento de horas de engenharia; Modelos de orçamentos.
- d) **Desenhos de fabricação:** Padronização de projetos; Desenhos de fabricação; Lista de materiais; Sistemas CAD/CAE; Desenhos em 3D e Equipe de projetistas (engenharia).

Figura 37: Resultado do levantamento dos projetos A, B e C.

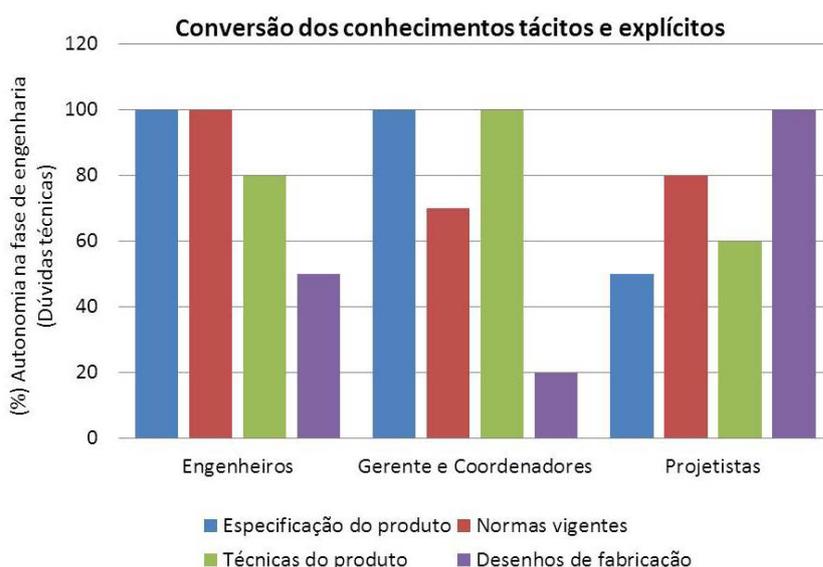
	Levantamento dos dados	Socialização	Externalização	Combinação	Internalização
PROJETO A	Especificação do produto	(HT) detalhe especial de fabricação na base do vaso de pressão	(MP) dois procedimentos de identificação e classificação para fabricação	(HT) formas unificadas de procedimento de soldagem	(HT) dispositivo de montagem para o corpo do vaso de pressão
	Normas Vigentes	(MP) relatório de inspeção da fabricação e relatório de não conformidade (RNC)	(MP) duas normas e uma especificação de fabricação	(HT) Procedimento de layers para execução de desenhos técnicos (específico a clientes nacionais)	(HT) encontrado sistemas de fabricação e execução de desenhos com diferentes casos.
	Técnicas do produto	(HT) o código para apontamento foi alterado, para melhor controle de horas	(HT) encontrado procedimento com código para apontamento das horas	(HT) planilha de orçamento com base em horas de engenharia	(HT) encontrado procedimento com código para apontamento das horas
	Desenhos de fabricação	(HT) desenhos unificados para compra de itens fornecidos	(HT) desenhos com normas do cliente para execução do projeto e fabricação	(HT) processos unificados de desenvolvimento de projetos	(HT) uso de blocos de cad 2D no detalhamento de projetos
PROJETO B	Especificação do produto	(HT) montagem da boca de visita com acesso especial	(MP) três procedimentos de identificação e classificação para fabricação	(HT) criado procedimento para cruzamento de solda na tampa interna	(HT) dispositivo de montagem para a solda de topo no flange principal
	Normas Vigentes	(MP) relatório de inspeção da fabricação	(MP) oito normas e duas especificação de fabricação	(HT) Procedimento de verificação e aprovação de desenhos do produto.	(HT) encontrado sistemas de fabricação e execução de desenhos com diferentes casos.
	Técnicas do produto	(HT) código era unificado por tarefas	(HT) encontrado procedimento com código para apontamento das horas	(HT) planilha de orçamento com base em horas de engenharia	(HT) encontrado procedimento com código para apontamento das horas
	Desenhos de fabricação	(HT) desenhos unificados para compra de itens fornecidos	(HT) desenhos com normas do cliente para execução do projeto e fabricação	(HT) processos unificados de desenvolvimento de projetos	(HT) para preenchimento da lista de material foi utilizado uma lista de códigos de ferragens padrão.
PROJETO C	Especificação do produto	(HT) fabricação do tampo foi substituído por forjado	(MP) dois procedimentos de identificação e classificação para fabricação	(HT) formas unificadas de procedimento de soldagem	(HT) montagem com fixação lateral para os internos do vaso de pressão
	Normas Vigentes	(MP) relatório de inspeção da fabricação e pintura	(MP) seis normas e uma especificação de fabricação	(HT) Procedimento de verificação e aprovação de desenhos do produto.	(HT) encontrado sistemas de fabricação e execução de desenhos com diferentes casos.
	Técnicas do produto	(HT) o código para apontamento foi alterado, para melhor controle de horas	(HT) encontrado procedimento com código para apontamento das horas	(HT) planilha de orçamento com base em horas de engenharia	(HT) encontrado procedimento com código para apontamento das horas
	Desenhos de fabricação	(HT) utilizado o sistemas CAE no processo de fabricação	(HT) desenhos com normas do cliente para execução do projeto e fabricação	(HT) processos unificados de desenvolvimento de projetos	(HT) uso de blocos de cad 2D no detalhamento de projetos
Legenda: (HT) Hipóteses; (MP) Melhores práticas					

Fonte: Empresa Pesquisada.

Considerando que os projetos analisados pelo comitê de implantação, destaque nessa fase, teve o conhecimento disseminado pelo grupo por meio da socialização e no desenvolvimento desta fase do PDP através da internalização como solução aos procedimentos internos criados na organizacional, com interface entre o grupo de engenharia do produto.

- **Indicador de conversão do conhecimento:** A figura 38 mostra o indicador “autonomia na fase de engenharia” que estão inseridos parte do comitê, exceto os planejadores, suprimentos e analista de TI por não participação da fase de engenharia, em que estão sendo analisadas as horas de projeto. Os membros da engenharia assumem posturas no decorrer do projeto e como visto anteriormente, dependem de informações técnicas para sequência dos trabalhos.

Figura 38: Matriz de responsabilidades no desenvolvimento de projetos.



Fonte: Empresa Pesquisada.

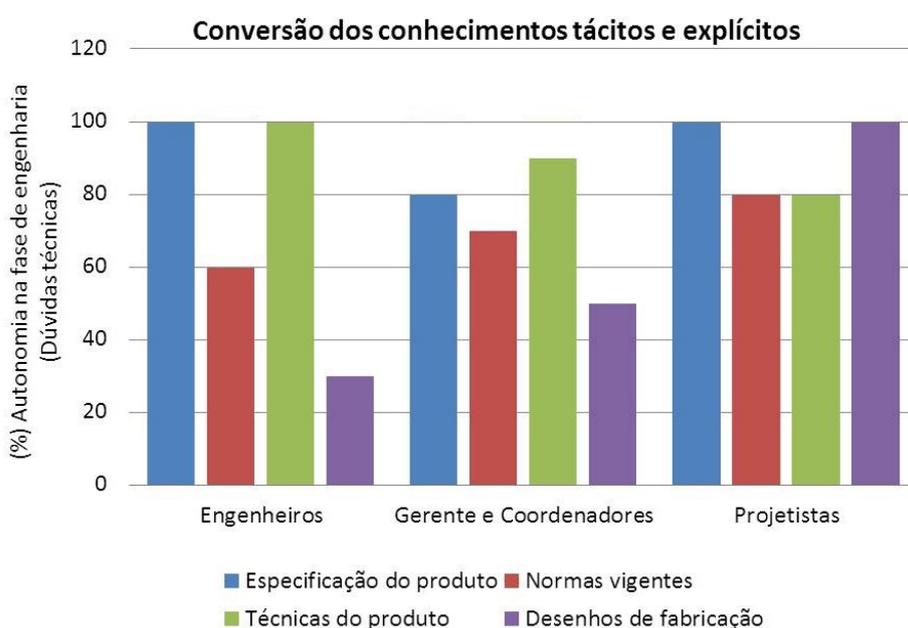
No gráfico é possível perceber que os projetistas são mais afetados com a dependência do conhecimento técnico e tácito dos engenheiros, no que resulta em especificação e técnicas do produto. Este profissional está no operacional da engenharia (execução de desenhos), ficando em constante desconforto com o compromisso de atender as horas planejadas, devido à espera por soluções de dúvidas técnicas do projeto.

- **Resultados da implantação do modelo proposto:** Este indicador na figura 39 mostra o quanto à planilha eletrônica do conhecimento torna o processo mais ágil no

desenvolvimento do produto. Antes da implantação da planilha eletrônica do conhecimento, os colaboradores precisavam esperar por solução aos problemas, que em muitas vezes era encontrar o engenheiro para esclarecer dúvidas principalmente referentes a normas e procedimentos do projeto.

O resultado foi à melhora da autonomia da equipe de projeto e isto significa dizer que as lideranças já descentralizaram 50% do poder de decisão, isto é sem dúvida um avanço extraordinário. Nesta questão do conhecimento técnico pode ser considerado, um ponto de melhoria para este novo ciclo da organização.

Figura 39: Resultado do modelo proposto e a nova matriz de responsabilidades.



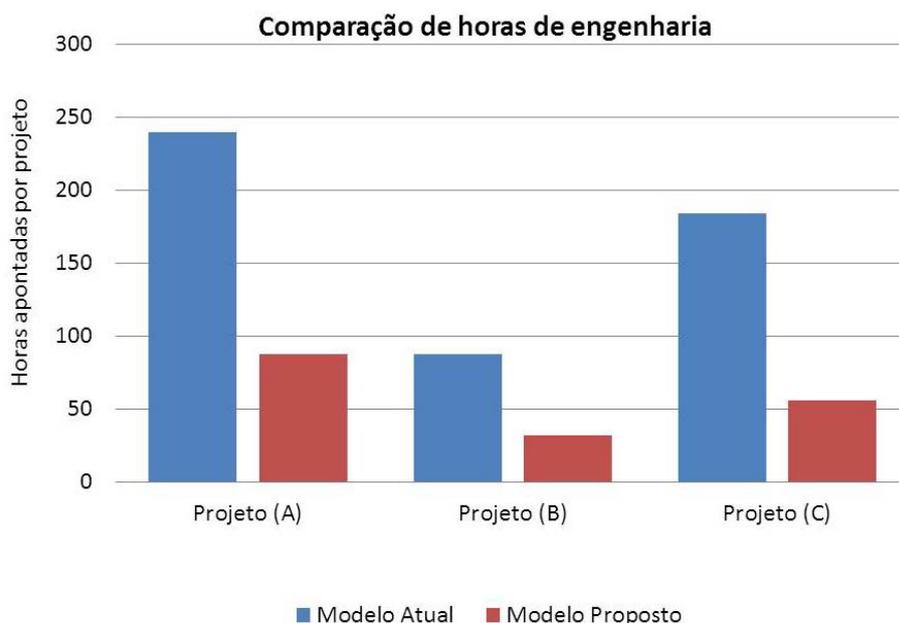
Fonte: Empresa Pesquisada.

Na figura 40, no que se refere à conversão do conhecimento tácito e explícito, pode ser entendida como adequada, devido às próprias características de interação técnica que o comitê de implantação proporcionou para otimizar a planilha eletrônica do conhecimento. No entanto esta situação resultou na internalização do conhecimento do produto vaso de pressão, criando um potencial para que os documentos estivessem organizados e consultados.

Nesta dimensão, a Socialização e a Combinação estiveram de forma particular nos projetos piloto (A, B e C) da empresa, devido ao agrupamento de documentos de várias atividades da fase de engenharia do produto presente no processo de desenvolvimento da planilha eletrônica do conhecimento. Os recursos apresentados nas entrevistas como maneira

de materializar os conhecimentos, denominados de hipóteses / melhores práticas, definiram as estratégias para o modelamento 3D dos projetos, resultando em um processo mais dinâmico entre o software Inventor e o projetista.

Figura 40: Indicador de horas de engenharia por projetista



Fonte: Empresa Pesquisada.

Para a análise das horas apontadas em cada projeto, como mostra a figura 40, a mesma equipe de projetistas executou cada projeto individualmente com a supervisão do pesquisador e do coordenador de engenharia, resultando na diminuição dos tempos de execução dos desenhos e com isso os projetistas conseguiram auxiliar o engenheiro na elaboração de procedimentos, análise dos cálculos, entre outras atividades, melhorando sua autoestima e motivação no ambiente de trabalho.

Com relação às conversões do conhecimento na planilha eletrônica do conhecimento, a Socialização é a que mais se manifesta no processo elaboração deste modelo. A Externalização e a Combinação possuem uma posição estratégica na definição dos parâmetros para a modelagem 3D e compartilhamento de documentos na fase de engenharia do produto, assim como, a Internalização relacionou as mudanças e enriqueceu as práticas do conhecimento tácito entre o comitê de implantação.

Após a implantação da planilha eletrônica as equipes de engenharia demonstraram autonomia e motivação pela efetividade do método. É importante ressaltar que a planilha

eletrônica está organizada e estruturada com o conhecimento de apenas três projetos e que ao longo do tempo, se alimentada corretamente, pode diminuir drasticamente os erros de projetos e conseqüentemente retrabalhos na fabricação.

Esta situação de independência da equipe de engenharia pode trazer agilidade e efetividade para o processo de desenvolvimento do produto, sendo positivo em comparação aos concorrentes.

## 8. CONCLUSÕES

Notou-se ao longo do trabalho, que no desenvolvimento do produto a gestão do conhecimento tem a relevância necessária para ser um diferencial competitivo para organizações e, acredita-se ter sido possível responder a problemática em que procedimentos e normatização do produto vaso de pressão estão inseridos na planilha eletrônica do conhecimento através das conversões do conhecimento tácito e explícito.

Esta pesquisa procurou identificar e analisar as práticas de gestão do conhecimento relacionadas à captura, armazenagem e compartilhamento do conhecimento de uma forma integrada entre os participantes do comitê de implantação, ou seja, simplificar o processo de desenvolvimento do produto na fase de engenharia.

O fato do PDP na empresa ser bem estruturado, primeiramente buscou o posicionamento da gestão do conhecimento como suporte ao desenvolvimento do produto demonstrando através de um projeto piloto, que o modelo era eficaz e se mostrou ágil de maneira que contribuiu para o desenvolvimento de produto na organização.

Em segundo, como visto no trabalho e no modelo, os mesmos precisam ser adaptados e especificados de acordo com o segmento de atuação e da estrutura do PDP, para comprovar os melhores resultados que se propõem.

Este modelo de aplicação da gestão do conhecimento, não foi encontrado estudos empíricos da utilização do repositório do conhecimento através de planilha eletrônica e aplicação com o software CAD no desenvolvimento de produtos. Por fim, foi encontrada em grande parte dos trabalhos, a abordagem do conhecimento nas dimensões de conversões de Nonaka & Takeuchi e algumas práticas de ferramentas DFMA, FMEA de processo, dentre outros no PDP.

Baseadas nos problemas observados na empresa estudada e na revisão da bibliografia, algumas recomendações merecem ser destacadas como, a estrutura do desenvolvimento de produtos atual em uma visão de processos com etapas (planejamento estratégico, desenvolvimento do produto e produção), estimulando a mudança organizacional com foco maior na valorização dos colaboradores na fase de desenvolvimento de produto (dimensão de organização).

O modelo de avaliação em hipóteses e melhores práticas indicaram certos pontos ou aspectos em que a gestão do conhecimento pode ser melhorada, como é o caso da Internalização (conhecimento operacional) que pode obter o aproveitamento da tecnologia da informação como elemento de comunicação entre as etapas de desenvolvimento do produto. Outro ponto em destaque é a consciência da disseminação das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos (consciência que não existe atualmente), podendo a partir desta, estimular melhores resultados e prospecção de mercado.

Ainda analisando as conversões do conhecimento, pode se destacar que acontece a transmissão de experiências totalmente via tácita, pela preferência da socialização como vantagens (facilidades e rapidez) e também desvantagem como o monopólio do conhecimento. Essas recomendações, assim como a utilização de um método para estimular a troca de conhecimento, podem auxiliar na superação dos problemas geralmente identificados no desenvolvimento de produtos nas organizações.

A pesquisa-ação realizada contribuiu para provar sua viabilidade em disponibilizar o conhecimento tácito de forma a auxiliar as equipes de engenharia no processo de desenvolvimento do produto através da planilha eletrônica do conhecimento. Pode-se afirmar que foram encontradas as respostas para as questões de pesquisa e que através das conversões do conhecimento, tornou acessível em âmbito organizacional o conhecimento sobre o produto vaso de pressão.

Finalmente, ao se comparar a gestão do conhecimento com desenvolvimento de produto através da revisão bibliográfica, mostrou-se o quanto estes dois temas possuem ligação ainda pouco explorada e com grande potencial de novas propostas de validação.

Como sugestão para trabalhos futuros, analisando pela aplicação de todas as fases do PDP com suas respectivas melhores práticas no modelo proposto, seria possível analisar tecnicamente produtos e tecnologias através de questionários por meio de entrevistas, para em seguida partir para avaliação do uso da planilha eletrônica do conhecimento no contexto de desenvolvimento de novas tecnologias.

## REFERÊNCIAS

- ABBUD, P. R. **Design da Informação**: Requisitos de Projeto para um Sistema de Gerenciamento no Processo Projetual do Produto Edificação. 245f. (Mestrado) – Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- ALVES, F. C.; BOMTEMPO, J. V.; COUTINHO, P. L. A. Competências para inovar na indústria petroquímica brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 4, n.2, jun/dez 2005.
- AMARAL, C. S. T Sistematização das melhores práticas de desenvolvimento de produtos para acesso livre e compartilhado na internet. **Revista Produto & Produção**, Rio Grande do Sul, v.9, n.2, p.120-135, jun. 2008.
- AMORIM, F. B.; TOMAÉL, M. I. Gestão da Informação e Gestão do Conhecimento na Prática Organizacional: Análise de Estudos de Caso. **Revista digital de biblioteconomia e Ciência da informação**, Campinas, v.8, n.2, p.01-22, jan./jun. 2011.
- ANDRADE, M. T.; FERREIRA, C. V.; PEREIRA, H. B Uma Ontologia para a Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produto. **Gestão Produção**, São Carlos, v.17, n.3, p.537-551, 2010.
- BARBOSA, R. R. Gestão da Informação e do conhecimento: origens, polêmicas e perspectivas. **Inf. Inf.**, Londrina, v.1 3, n. esp., p. 1-25, 2008.
- BENASSI, J.L.G.; FERREIRA JUNIOR, L. D.; AMARAL, D. C. Identificação das propriedades da visão do produto no gerenciamento ágil de projetos de produtos manufaturados. **Produção & Produção**, vol.13, n.1, p.59-74, fev., 2012.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **ABEPRO**, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p. 65-76, 2000.
- BRESSAN, S. J. Fundamentos das ciências sociais. Ijuí: **Ed. Unijuí**, 122p. , 2008.
- BRITO, L. M. P G Gestão do conhecimento – instrumentos de apropriação pelo capital do saber do trabalhador. **Cadernos de Educação**, Pelotas, p. 135-148, 2008.
- BROWNING, T. R.; FRICKE, E; NEGELE, H. *Key concepts in modeling product development processes*, **Systems Engineering**, v.9, 104-128 p., 2006.
- CARVALHO, C. P. A gestão do conhecimento e sua correlação com a sustentabilidade organizacional. **Revista eletrônica Sistemas & Gestão**, v.8, p. 78-85, 2013.
- CARVALHO, J. L. M. **Contribuição para a gestão da integração no processo de desenvolvimento de produtos**. (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, 2006.

CARVALHO, J. L. M.; TOLEDO, J. C. Departamentalização x interação: um desafio para as empresas no desenvolvimento de novos produtos. **SEGet – Simpósio de excelência em gestão e tecnologia**, Rio de Janeiro, 12 p., outubro 2008.

COUGHLAN, P.; COGLAN, D., Action Research for Operations Management, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22 n. 2, p. 220-240, University of Dublin, **Trinity College**, Dublin, Ireland, 2002.

DAVENPORT, T.H.; NOHRIA, N. *Case Management and the Integration of Labor. Magazine Sloan Review*, jan. 1994.

Disponível em: <<http://sloanreview.mit.edu/article/case-management-and-the-integration-of-labor/>> acesso em junho/2013.

FARIAS, A. R.R Algumas Considerações Analíticas sobre a Gestão do Conhecimento no Brasil. **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2011.

FERRARI, F. M., **Análise da Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produto: aplicação na indústria brasileira de autopeças**. (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, 2002.

FREITAS, C. **Uma proposta de avaliação da reestruturação do processo de desenvolvimento de produtos baseado em métricas**. (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

GATTI JUNIOR, W. **A construção do conhecimento no processo de inovação: o desenvolvimento da tecnologia flex fuel nos sistemistas brasileiros**. (Mestrado) – Departamento de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 196 p., 2010.

GOLDMAN, F. L. Disciplina de Gestão do conhecimento e tecnologia da informação. Rio de Janeiro: **Latec – UFF**, 2010b. Disponível em: < <http://www.slideshare.net/Goldman/gc-latec-mba-turma-11-rio>> acesso em 05/05/2013.

GONÇALVES, J. E. L. As empresas são grandes coleções de processos. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p.6-19, Jan./Mar. 2000.

HAAPALAINEN, Päivi and MÄKIRANTA, Anne, A Case In The Manufacturing Industry. **Journal of Knowledge Management Practice**, Vol. 14, No. 1, March 2013.

HAMZA, Salah E. A. Competitive Advantage Via A Culture Of Knowledge Management: Transferring Tacit Knowledge Into Explicit. **Journal of Knowledge Management Practice**, Vol. 9, No. 2, June 2008.

HOFFMANN, W. A. M. **Gestão do Conhecimento: desafios de aprender**. São Carlos: Compacta, 188 p., 2009.

JACOSKI, C. A. **A Integração da Comunicação em Projetos de Construção Utilizando Tecnologias da Informação**. Disponível em: < [http://claudio.jacoski.googlepages.com/CONS\\_C\\_03\\_015.pdf](http://claudio.jacoski.googlepages.com/CONS_C_03_015.pdf) > Acessado em 26 de abril de 2013.

JENG, Y. C.; CHEN. C. A.; SHIH. H.H. *The core design skills of 3D CAD in mechanics elements* University of Education/ Department of Industrial Education & Technology **Mailing Address**, n. 1, Jin-De Road, Changhua City. Taiwan, 2006.

KUENZER, A. Z.; ABREU, C. B. M.; GOMES, C. M. A. A articulação entre conhecimento tácito e inovação tecnológica: a função mediadora da educação. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n. 36, set./dez. 2007.

LACERDA, D. P.; SILVA, E. R. P.; NAVARRO, L. L.; OLIVEIRA, N. N. P.; CAULLIRAUX, H. M. Algumas caracterizações dos métodos científicos em engenharia de produção: uma análise de periódicos nacionais e internacionais. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Foz do Iguaçu – PR, 2007.

PEREIRA, C. A. S. **Realidade virtual aplicada a formação inicial e continuada de técnicos de operação da indústria de refino de petróleo** – uma metodologia. Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

LIMA, M. A. D. S.; ALMEIDA, M. C. P.; LIMA, C. C. A utilização da observação participante e da entrevista semi-estruturada na pesquisa em enfermagem. **Revista Gaúcha Enfermagem**, Porto Alegre, v.20, p. 130-142, 1999.

MEDEIROS, I. O. **O Processo de comunicação interna como ferramenta para a gestão do Conhecimento**: Análise em uma Empresa de Médio Porte. (Mestrado) – Fundação Educacional e Cultural Dr. Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2008.

MELLO, A. M.; MARX, R. Contribuição aos critérios de projeto organizacional para inovação na indústria petroquímica brasileira. **Gestão da Produção**, São Carlos, v.20, n.2, p.373-386, 2013.

MELLO, C. H. P. **Modelo para projeto e desenvolvimento de serviços**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MENDES, G. H. S. **O processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica: caracterização da gestão e proposta de modelo de referencia**. (Doutorado em Engenharia da Produção), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MICHELS, E. ; FERREIRA, M.G.G. Gerenciamento ágil no processo de desenvolvimento de produtos inovadores: uma análise bibliográfica sistemática. **Revista de Gestão e Projetos - GeP**, São Paulo, v. 4, n. 1, p 52-76, jan./abr. 2013.

MIGUEL, P. A. C.; *Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*, 2ª Ed., Elsevier: ABEPRO, Rio de Janeiro, 2012.

MORESI, E. Metodologia da Pesquisa (Pós-graduação) Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão do Conhecimento e Tecnologias da Informação, Brasília – DF, 2003.

NONAKA, Ikujiro e TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação do Conhecimento na Empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. 20 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

NOVAES, M. B. C. ; GIL, A. C. A pesquisa-ação participante como estratégia metodológica para o estudo do empreendedorismo social em administração de empresas, **Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 1, p. 134-160, São Paulo, Brasil.

OLIVEIRA, J. B. Desenho e estudo da cadeia produtiva do petróleo e gás natural do Espírito Santo. **Revista SEBRAE**, 174 p., 2007, Espírito Santo.

PÁDUA, S. I. D. **Método de avaliação do modelo de processo de negócio do EKD** (Tese de Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 2004.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos. Métodos e aplicações. **Edgard Blücher**: São Paulo, 2005.

PAULA, J. O. **Análise do processo de desenvolvimento de produtos: um estudo de caso em uma empresa do setor de autopeças**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG, 202 p., 2011.

PIQUET, R. A cadeia produtiva do petróleo no Brasil e no Norte Fluminense. **Revista de desenvolvimento econômico**, Salvador, Bahia, n. 22, p.19-27, 2010.

PMBOK Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. **Project Management Institute, Four Campus Boulevard**, Terceira edição, 2004.

Ramos, Aline. Algumas Considerações Analíticas sobre a Gestão do Conhecimento no Brasil, **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2011.

ROSSETTI, A. G.; MORALES, A.B.T., O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. **Inf., Brasília**, v. 36, n.1, p.124-135, 2007.

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

SÁ, E. P.; SANTOS, J. N.; DULTRA, M. P. M. A abordagem de gestão do conhecimento e tecnologia da informação no pólo petroquímico de Camaçari. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v.8, nº2, p. 19-30, jun/dez. 2007.

SANT'ANNA, A. A. Indústria de petróleo e gás: desempenho recente e desafios futuros. **Petróleo e Gás**, Rio de Janeiro, v.1, p.53-69, 2010.

SCHARF, E. R.; SIERRA, E. J. S. A Gestão do conhecimento e o valor percebido: estratégia competitiva sustentável para a era do conhecimento. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas d e Informação**, vol.5, n.1, p.87-108, 2008.

SEGEV, E. *Mapping Knowledge Into A Database*. **Journal of Knowledge Management Practice**, Vol. 11, No. 1, March 2010.

SILVA, L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 4ª Ed. UFSC, 138 p. CDU: 001.8, Florianópolis, 2005.

SILVA, S. L., **Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos**. (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

SIMÕES, A. L. P., **Desenvolvimento de produto, processo e produção e suas interfaces: um estudo de caso em indústria de autopeças**. (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.

SOUZA, J. O. **Proposta de um referencial para implantação de equipes semiautônomas em um ambiente fabril** (Mestrado) Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário de Araraquara, 2012.

SOUSA, A.J.; AMARAL, S. A. Impacto do Compartilhamento da Informação e do Conhecimento para o Desenvolvimento de Inovações em grandes Organizações. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v.2, p.12-26, João Pessoa, out. 2012.

STEIGRÄBER, R. S. **Protótipo de um sistema de customização 3D para planejamento de edificações**. (Graduação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2003.

TELLES, P. C. S. **Vaso de Pressão**, 2ª Edição, LTC, 302p. Rio de Janeiro, 2001.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. 199p. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Itajubá, 2012.

THIOLLENT, M.; SILVA, G.O. Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais. **RECIIS – Revista Eletrônica de Com. Inf. Inov. Saúde**. Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.93-100, jan.-jun., 2007.

TRIP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**, Educação e Pesquisa, 2005, v.31, n. 3, p. 443-466, set/dez. São Paulo, 2005.

VAHEDI, M.; IRANI, F.N.H.A. *Information technology (IT) for knowledge management*. **Procedia Computer Science**, v.3, p. 444-448, 2010.

## APÊNDICE A– ENTREVISTA

### • ENGENHARIA DO PRODUTO

- Como as ideias de novos produtos são geradas? Como esta informação é conduzida na empresa?

Normalmente as ideias acontecem através de diálogo e reuniões com as equipes de projeto, tendo como base os produtos descritos por procedimentos internos. Outra forma seria a unificação de documentos de projetos e de estudos de projetos anteriores, sempre utilizando a análise de relatórios dos projetos. O sistema de transferência de conhecimento adquirido durante o desenvolvimento do projeto é registrado em atas de reuniões técnicas.

- Como é feito a prospecção de mercado no lançamento de novos produtos?

É realizado pesquisa de mercado e o departamento comercial realiza a condução de alianças e parcerias de tecnologia, com acordos contratuais e troca de conhecimentos tácitos entre os parceiros, junto com o monitoramento do mercado.

- Qual é o papel da liderança no desenvolvimento de produtos?

É realizar a discussão e ajustes com a equipe de projeto, com instrução e orientação dos processos, coordenando a execução de melhorias na infraestrutura (computadores) e estudar o comportamento da equipe para obter melhores resultados.

- Qual é o tempo médio do processo de desenvolvimento de produto?

O tempo depende da quantidade de membros da equipe e atividades descritos pela importância das ideias e processos unificados de desenvolvimento, com o monitoramento das fases do produto.

- Qual sua opinião sobre o processo (em termos de canais de comunicação estabelecidos) desenvolvido na empresa?

Ainda o diálogo e contatos com pessoas (fontes) externas, são oportunidades de registros das falhas e acertos, para conseguir a padronização e armazenamento de conhecimento explícito e técnicas de interpretação de resultados.

- Que novas tecnologias serão necessárias para tornar os produtos da empresa mais competitivos no futuro?

Com a diversidade de ideias e conceitos, são elementos que predominam o formato tácito e a interação com a equipe técnica, através do conhecimento tácito dos projetistas podem se construir melhorias no produto.

- As situações de falhas, erros e re-trabalhos ocorrem? A que você os atribui?

Sim. Muitas revisões acontecem devido ao trabalho com diversas ideias e conceitos dos profissionais no PDP, sendo que os estudos realizados pelos projetistas acontecem sem critérios de normas impulsionados pela experiência adquirida.

- Em sua opinião qual o projeto de maior destaque desenvolvido (sucesso) pela empresa? Quais foram os motivos que levaram ao sucesso?

O projeto destaque na empresa teve a gestão dos líderes utilizando o conhecimento tácito e explícito em benefícios de fatos novos e na transmissão de ideias.

- Em sua opinião qual o projeto que menos se destacou (mal sucedido)? Quais foram os motivos que o levaram ao “fracasso”.

O projeto em que os líderes motivam o conhecimento individual e promovem a solução através da sua experiência em determinados fatos, sem o compartilhamento com a equipe, tem um histórico de retrabalhos maiores.

- **ORÇAMENTOS**

- As especificações do produto são objetivas quando chegam ao setor? Qual o procedimento para custear o projeto?

Nem sempre, no entanto quando isso acontece, é solicitado ao Cliente esclarecimentos e/ou definições das especificações.

Para custear o projeto, é acionado o responsável do setor em questão a fim de estimar a quantidade aproximada de horas para elaboração do mesmo.

- Existe um suporte para dúvidas sobre a especificação do projeto? Como esta informação é conduzida pela empresa?

Em caso de dúvidas, recorreremos primeiramente ao setor de Engenharia. Se não for obtido um esclarecimento eficiente, recorreremos ao Cliente.

- Qual é o tempo médio para a finalização do processo de orçamento de um novo produto?

Isso depende da complexidade do produto. No entanto, historicamente, é gasto entre uma semana a um mês.

- Como são atualizadas as informações de custo (valor hora/máquina, forjados, chapas, etc.) pela empresa ao setor de orçamentos?

O valor da oficina é atualizado anualmente. Já os itens classificados como matéria prima ou comprados devem estar atualizados sempre que possível.

- Qual sua opinião sobre a maneira como a empresa aborda questões relativas ao orçamento de novos projetos.

A empresa está sempre prospectando novos clientes em potencial e, por conseguinte, ampliando sua gama de fornecimento. É uma maneira de se manter competitivo no mercado, pois nem tudo que era vantajoso antes, mantém-se vantajoso nos dias de hoje e vice-versa. O mercado muda e nós devemos acompanhá-lo a fim de suprir suas necessidades.

- **PLANEJAMENTO**

- Como a ideia de novos produtos é conduzida pelo setor? Quais as dificuldades do planejamento com um novo produto?

A ideia de novos produtos é conduzida como um desafio no setor, pois agrega conhecimento e possibilidade de atuarmos com a nossa experiência. A dificuldade que encontramos em um novo produto é montagem do cronograma e a EAP, pois temos que estudar bem o produto antes do início das atividades.

- A situação de falhas, erros e re-trabalhos, como as alterações são remetidas ao departamento? Qual canal de comunicação é estabelecido nestes casos?

A situação de falhas, erros e retrabalhos, são repassadas ao departamento via e-mail a partir dos departamentos de engenharia de produto, fábrica ou engº industrial, o canal mais utilizado no departamento de engenharia do produto é o SPAD, pois ele que

gerência todos os desenhos do projeto e comunica via e-mail as revisões do projeto.

- Qual é tempo médio para a conclusão do planejamento de um novo produto?  
O tempo médio do planejamento de projeto é de 4 meses.
- Que característica é necessária em cada produto, para melhor captar o interesse da empresa?  
As características necessárias são equipamentos pesados, orçados por grandes empresas estatais ou privadas de bens de capital.

- **SUPRIMENTOS**

- Em sua opinião, qual é o papel de suprimentos no desenvolvimento de novos produtos?  
A relação de custo esta associada a qualquer atividade de desenvolvimento do produto, pois a aquisição deve manter o custo previsto nas fases do PDP. O setor pode ajudar no desenvolvimento com pesquisa de mercado e fornecedores com novas tecnologias que podem ainda mais ajudar na concepção da ideia do produto.
- Como as informações do projeto são abordadas pelo setor (prioridades, data entregas, por equipamento, etc)? Qual o principal meio de comunicação de suprimentos com os outros setores da empresa?  
O setor trabalha com as especificações definidas no projeto e são atendidas conforme cronograma da obra. O meio de comunicação de suprimentos são as ordens de compra vinculadas a uma especificação ou desenho técnico.
- O setor é informado da necessidade de adquirir determinado produto específico? Como é feito a seleção do fornecedor para o produto especificado no projeto?  
Sim, através da ordem de compra. É distribuído as especificações aos fornecedores cadastrados e solicitado três orçamentos para verificar menor custo.

- **TECNICOS DE PROCESSO E PRODUÇÃO**

- Qual a sua opinião sobre o processo atual da empresa, no que diz respeito ao setor de engenharia industrial?

No setor de engenharia industrial as melhorias são constantes e demandam novas tecnologias na fabricação, para isso as informações de projetos devem chegar com uma boa qualidade e coerentes com as limitações de fabricação.

- Quais informações são necessárias para o desenvolvimento das atividades do setor?

A principal informação são os desenhos técnicos e as especificações do produto. Atualmente recebemos os desenhos no CAD 2D e para realizar estudos, dispositivos e programação temos que em alguns casos redesenhar no software Inventor em 3D.

- Qual o impacto no prazo de entrega com informações incoerentes no projeto?

As informações de projetos tem impacto direto nos prazos de fabricação, as respostas devem ser imediatas pelo departamento de engenharia do produto e no aviso de revisão dos documentos devem conter o histórico de alterações no produto.