

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**ESTRUTURAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE
PRODUTOS SOB A ÓTICA DA GESTÃO DO
CONHECIMENTO: UM ESTUDO DE CASO**

Rafael Gripp Tuler

TCC-EP-65-2008

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**ESTRUTURAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE
PRODUTOS SOB A ÓTICA DA GESTÃO DO
CONHECIMENTO: UM ESTUDO DE CASO**

Rafael Gripp Tuler

TCC-EP-65-2008

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof.(^a): Msc. Maria de Lourdes Santiago Luz

**Maringá - Paraná
2008**

Rafael Gripp Tuler

Estruturação, Identificação e Classificação de Produtos sob a Ótica da Gestão do Conhecimento: Um Estudo de Caso

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof^(a). Msc. Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Prof^(a). Carla Fernanda Marek
Departamento de Informática, CTC

Prof^(a). Daiane Maria De Genaro
Departamento de Informática, CTC

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Silvia e irmã Alice, pelo incentivo, cooperação e apoio durante todo o curso, compartilharam comigo os momentos de tristezas e também de alegrias, nesta etapa, em que, com a graça de Deus, está sendo vencida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter feito com que todos estivessem aqui.

Aos professores que ajudaram em minha formação acadêmica, é certo que uns mais outros menos, mas todos foram fundamentais durante estes anos todos de dedicação. Em especial gostaria de agradecer a professora Lourdes pela confiança e auxílio neste trabalho, me recebendo sempre sorrindo, mesmo que às vezes estivesse atrasado ou mesmo faltando aquilo que havia prometido.

Agradeço aos meus familiares que certamente compreendem os momentos de ausência durante estes anos, em especial aos meus avôs Silvio e Denaci pelos momentos de ensino e formação de meu caráter. Aos tios e tias, primos e primas pela confiança, que mesmo em momentos bem distantes apoiaram e torceram por mim. Saibam que amo todos vocês.

Agradeço também aos amigos que em vários momentos estiveram comigo, em especial ao meu camarada Waldir que mesmo de forma não intencional esteve comigo no momento da mais dura queda neste percurso, que bravamente superamos. Muito obrigado também a todos os amigos pelas manhãs, tardes, noites e madrugadas de estudos e conversa. Sem esquecer aqueles que não chegaram ao final do percurso, mas que em algum momento fizeram a diferença. Obrigado também aos amigos que mesmo de longe sei que acreditaram e torceram por mim. Sem esquecer-se do corpo diretor da Comissão de Formatura, a qual foi uma motivação extra para correr atrás de meus objetivos, é certo que até o momento foi mais trabalho que lazer, entretanto, logo chegará o momento de festejarmos.

Aos Reprodutores, agradeço os bons momentos que passamos juntos, não só a formação atual, mas todos que um dia participaram. Pois mesmo não ganhando as partidas sabíamos que o importante era competir e principalmente se divertir, mesmo perdendo gols não é Fernandito?

Agradeço também a Tooling Equipamentos Ópticos, sem a qual não teria oportunidade de demonstrar meu trabalho, e aos novos amigos Antonio, Cecília, Daniele, Daniel, Genésio, Lourdes, Paulo e Ricardo e todos os outros que de forma direta ou indireta contribuíram no desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Desculpe aos não citados, mas podem estar certos que todos terão minha eterna gratidão.

RESUMO

O presente trabalho utiliza a filosofia da Gestão do Conhecimento, aqui especificamente no setor produtivo, pois com produtos e processos estruturados, organizados e documentados, tem-se condições de disseminar este conhecimento da forma correta. Seja em novos projetos ou em produtos já prontos, ferramentas como Engenharia Reversa, Engenharia Simultânea, Sistemas de Gerenciamento de Dados, Documentação do Produto serão fundamentais na execução desta atividade. Por meio destes foi possível reorganizar e documentar a Máquina Cilíndrica, equipamento da Tooling escolhido como objeto de estudo.

Palavras-chave: Gestão do Conhecimento, BOM (*bill of material*), Estrutura de Produto, Documentação do Produto, Equipamentos Ópticos

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE QUDROS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVAS	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 <i>Objetivo específico</i>	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO.....	5
2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	7
2.3 CIM	8
2.4 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE DADOS	9
2.4.1 <i>CAD</i>	11
2.4.2 <i>Autodesk Inventor</i>	11
2.5 ERP	12
2.6 ENGENHARIA REVERSA	13
2.7 ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	13
2.8 DOCUMENTAÇÃO DO PRODUTO	14
2.8.1 <i>Explosão</i>	14
2.8.2 <i>Lista de Materiais</i>	14
2.8.3 <i>Diagrama de Montagem</i>	16
2.8.4 <i>Estrutura Analítica</i>	16
3 ESTUDO DE CASO	18
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	18
3.2 METODOLOGIA E ANÁLISE	18
3.3 CENÁRIO ANTERIOR.....	20
3.3.1 <i>Lista de Materiais</i>	20
3.3.2 <i>Diagrama de Montagem</i>	20
3.3.3 <i>Comunicação e Nomenclatura</i>	21
3.3.4 <i>Biblioteca Inventor</i>	22
3.3.5 <i>Almoxarifado</i>	24
3.4 CENÁRIO ATUAL.....	24
3.4.1 <i>Lista de Materiais</i>	24
3.4.2 <i>Diagrama de Montagem</i>	25
3.4.3 <i>Comunicação e Nomenclatura</i>	27
3.4.4 <i>Biblioteca Inventor</i>	28
3.4.5 <i>Almoxarifado</i>	31
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
4 CONCLUSÃO.....	33
5 REFERÊNCIAS	34
APÊNDICE A: RELATÓRIO DE FICHA TÉCNICA DE PRODUTOS COMPLETO	
APÊNDICE B: MANUAL DO USUARIO – MAQUINA CILINDRICA TORIC TOOL	
ANEXO A: LISTA DE MATERIAIS - MAQUINA CILINDRICA TORIC TOOL	

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ETAPAS DA GESTÃO DE CONHECIMENTO.....	6
FIGURA 2: EVOLUÇÃO DA SIGLA CIM.....	9
FIGURA 3: “ÁREAS” FUNCIONAIS DE PDM E EDM.....	9
FIGURA 4: EXEMPLO DE DESENHO SISTEMA CAD AUTOCAD.....	11
FIGURA 5: EXEMPLO DE DESENHO CAD AUTODESK INVENTOR.....	12
FIGURA 6: ESTRUTURA TÍPICA DE FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA ERP.....	13
FIGURA 7: ITEM EXPLODIDO.....	14
FIGURA 8: DIAGRAMA DE MONTAGEM.....	16
FIGURA 9: EXEMPLO DE ESTRUTURA ANALÍTICA DA PEÇA XYZ.....	17
FIGURA 10: ORGANOGRAMA DA TOOLING EQUIPAMENTOS ÓPTICOS LTDA.....	18
FIGURA 11: EXPLOSÃO DO BRAÇO DA LENTE ANTIGO.....	21
FIGURA 12: DETALHE DA LEGENDA DA EXPLOSÃO DO BRAÇO DA LENTE ANTIGO.....	22
FIGURA 13: DESORGANIZAÇÃO DA BIBLIOTECA DA MÁQUINA CILÍNDRICA.....	23
FIGURA 14: PLANTA ANTIGA DO ALMOXARIFADO.....	24
FIGURA 15: DIAGRAMA DE MONTAGEM DA MÁQUINA CILÍNDRICA.....	26
FIGURA 16: EXPLOSÃO DO BRAÇO DA LENTE CORRIGIDA.....	27
FIGURA 17: DETALHE DA LEGENDA DA EXPLOSÃO DO BRAÇO DA LENTE CORRIGIDA.....	28
FIGURA 18: BIBLIOTECA DA MÁQUINA CILÍNDRICA ORGANIZADA.....	30
FIGURA 19: BIBLIOTECA DA MÁQUINA CILÍNDRICA ORGANIZADA, BIELAS EM DETALHE.....	30
FIGURA 20: PLANTA DO ALMOXARIFADO APÓS REDIMENSIONAMENTO.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – LISTA DE MATERIAIS DA PEÇA XYZ.....	15
--	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: RELATÓRIO DE FICHA TÉCNICA DE PRODUTOS COMPLETO.....	20
QUADRO 2: LISTA DE MATERIAIS DA MÁQUINA CILÍNDRICA.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APICS	<i>AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY</i>
BOM	<i>Bill of Material</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturin</i>
GC	Gestão do Conhecimento
EDM	<i>electronic document management</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PDM	<i>Product Data Management</i>
QS9000	<i>Quality System, série 9000</i>

1 INTRODUÇÃO

Estruturação, documentação e boa organização são itens primordiais no processo de desenvolvimento do produto. Muitas empresas iniciam suas ações sem se preocupar com esta questão, focando apenas nos resultados finais da produção. Esta negligência acaba gerando um alto custo.

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) necessita de uma gestão do conhecimento (GC) por possuir dependência inerente a este conhecimento. Ou seja, o PDP é um processo altamente dependente de conhecimentos de diversas áreas e por isso, necessita de eficiente gerência dos diversos tipos de conhecimentos envolvidos (NONAKA e TAKEUCHI, 1997; DAVENPORT e PRUSAK, 1998).

A necessidade de desenvolver produtos é uma tendência, a qual vem sofrendo impactos e transformações profundas. O principal motivo é que os projetos são interfuncionais e precisam evoluir absorvendo às novidades administrativas e aos avanços tecnológicos, sendo muitas vezes feitos ainda de forma seqüencial. A obtenção de informações através de várias fontes de dados tem se desenvolvido através da informática.

Utilizar dados para se obter informações, um dos principais recursos do desenvolvimento de produtos, apresenta algumas deficiências crônicas presentes em processos seqüenciais:

- a) Manipular estes dados de maneira funcional;
- b) Não apresentá-los de maneira visível.

Os sistemas CAD são responsáveis pela criação e gerenciamento dos desenhos técnicos dos produtos e suas respectivas montagens e explosões.

O BOM (*Bill of material*) assim como a estrutura de produto são informações fundamentais na manufatura, pois nelas registram-se as informações de produtos utilizadas por todos os setores e processos envolvidos com a manufatura do produto.

E através destas ferramentas, possibilitarem a documentação do produto.

1.1 Justificativas

A Tooling Equipamentos Ópticos LTDA, em seu portfólio, apresenta uma gama de produtos altamente tecnológicos, os quais necessitam de uma documentação altamente qualificada.

Em estudo feito junto aos processos e procedimentos da empresa, identificaram-se falhas na organização dos documentos de seus produtos, prejudicando desta forma, desde o momento da concepção do produto, até o suporte prestado pela empresa aos seus clientes.

Após levantamento de dados realizado junto à empresa, constatou-se que seus produtos possuem partes estruturais de uma boa documentação, porém, estas partes não se integram da forma correta.

Os equipamentos que estão com este problema documental, são máquinas compostas por aproximadamente 300 partes, montadas com peças usinadas pela empresa, peças compradas prontas e peças semi-acabadas, tendo desta forma, a necessidade de ter a documentação através de uma lista de materiais e explosão do produto para sua montagem, trabalharmos com os desenhos técnicos das peças usinadas e semi-acabadas.

1.2 Definição e delimitação do problema

Na avaliação feita da empresa, constatou-se que:

- a) A lista de materiais não está correta, contendo uma descrição errônea dos materiais e matérias primas utilizada na confecção dos produtos. Seja por quantidade incorreta ou ausência de algum item, uma vez que as modificações feitas na produção não são repassadas ao setor responsável pela documentação do produto;
- b) O desenho da explosão da máquina, assim como sua montagem não estava de acordo com o equipamento comercializado pela empresa;
- c) Desenho das peças dos equipamentos desatualizadas, uma vez que as mesmas são alteradas no produto e ou produção, mas não ocorreu esta modificação no desenho do produto;
- d) Biblioteca dos desenhos sejam peças, montagens, projetos, não estão organizadas de forma coerente, pois, sempre que é feita uma mudança em algum projeto, ou a criação

de um novo produto, os blocos não são compartilhados e sim copiados e replicados, causando um problema também com espaço de armazenamento;

- e) Processo de produção atual não possui trabalho por lotes de produto, ou período de maturação do produto, os mesmos são modificados projeto a projeto, de forma a uma máquina não sair igual à outra;
- f) Redução de retrabalho e ou desperdício de trabalho na confecção de peças e ou aquisição de itens não conformes com o produto atual, pela falta de documentação do mesmo;
- g) Sistema de gestão da empresa não possui campos necessários para informações importantes sobre as peças e ou produtos da empresa, dificuldade na atualização e correções do mesmo;
- h) Equipamentos não possuem processo e procedimento de produção e montagem, não há fluxos de trabalho das máquinas.

1.3 Objetivos

Como meta deste estudo, formalizou-se a padronização de um produto piloto, o qual terá a documentação do produto estruturada, sendo possível a partir deste modelo documentar e organizar os demais equipamentos da empresa.

1.3.1 Objetivo específico

Da padronização planejada, estima-se que:

- a) Ter condições facilitar a busca informações sobre os produtos;
- b) Aumentar a confiabilidade dos dados existentes;
- c) Permitir que os itens modificados tenham um processo padrão, evitando a perda destas informações em projetos posteriores;
- d) Criar um histórico (*log*) destas alterações;

- e) Adequar o tempo de pessoas importantes da organização no que diz respeito ao desvio de suas atividades por problemas nos projetos.

Criar ainda condições de gerar processos de produção, planejamento de compra de materiais, estimativas de produção, melhor aproveitar o setup de equipamentos, assim como a carga de máquina dos mesmos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Gestão do Conhecimento

O conhecimento tornou-se o fator econômico mais importante no ambiente competitivo das organizações. Conhecimento, este, sobre seu mercado, seus processos, seus clientes, sua tecnologia, seus concorrentes, entre outros. Estima-se, portanto, um tipo de sociedade diferente, na qual o trabalho tende a ser cada vez mais intelectual e menos braçal. (TEIXEIRA FILHO, 2001).

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), conhecimento é específico ao contexto e é relacional, podendo ser dividido em dois tipos:

- a) Conhecimento tácito: conhecimento pessoal, sendo de difícil formulação. É não estruturado e subjetivo, relacionado à experiência pessoal de cada membro da organização;
- b) Conhecimento explícito: conhecimento codificado, expresso e transmitido em linguagem formal e sistemática. Organizado de maneira estruturada, pode ser armazenado em documentos e sistemas computacionais.

Na “sociedade do conhecimento” os tradicionais fatores de produção como o trabalho, capital e terra tornam-se secundários, e o conhecimento passa a ser o recurso mais importante (DRUCKER, 1995). Stewart (1998) reforça essa idéia afirmando que na nova “era da informação” as fontes fundamentais de riqueza são o conhecimento e a comunicação, e não os recursos naturais ou o trabalho físico.

Durante as primeiras décadas da informática, a ênfase foi em gerenciar dados. Para transformar dados em informações precisa-se de ferramentas. Mas para transformar informações em conhecimento precisa-se de tempo. Conhecimento não é nem dado nem informação, mas está relacionado a ambos.

Assim, Davenport e Prusak (1998) diferenciam essas três classes de elementos que são:

- a) Dado: é um conjunto discreto e objetivo de fatos sobre um determinado evento. É, portanto, a parcela quantificável e objetiva do estoque de informação e conhecimento

de uma empresa, e usualmente está armazenado em bancos de dados ou documentos da empresa;

- b) Informação: é uma mensagem contendo um emissor e um receptor e cujo significado envolve uma nova interpretação baseada em um conjunto de dados. Dentro de qualquer empresa há um complexo e contínuo fluxo de informações, seja por meios tecnológicos, como sistemas computacionais, ou por meio da interação entre as pessoas;
- c) Conhecimento: é uma mistura fluida de experiências, valores, informação contextual e intuição, formando um *framework* (um “painel”) na mente de uma pessoa que a habilita a avaliar e obter novas experiências e informações.

Quanto maior o conhecimento de uma pessoa, melhor será sua apreciação e análise dos dados e informações disponíveis e conseqüentemente, maior a qualidade das decisões tomadas nos processos de desenvolvimento de produto.

Liebowitz et al (2003) descrevem o ciclo de gestão de conhecimentos em quatro etapas, como mostra a Figura 1:

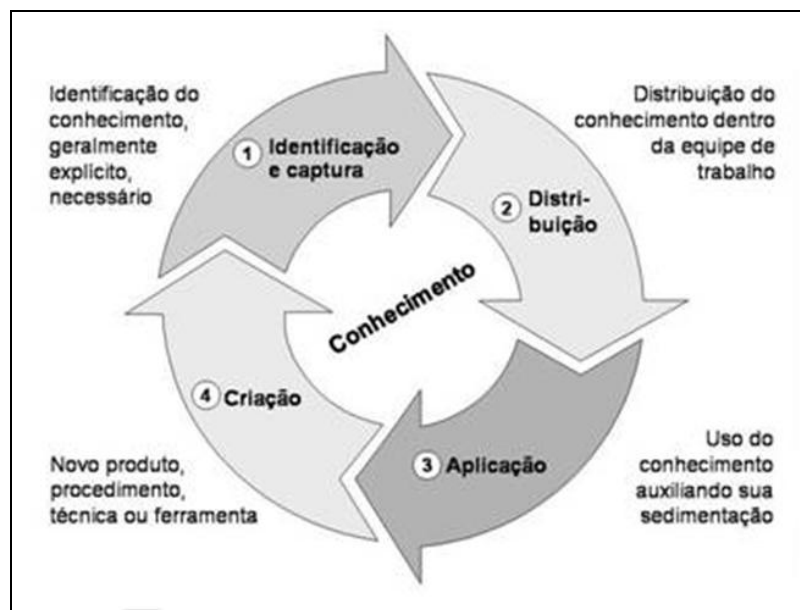


Figura 1: Etapas da gestão de conhecimento

Fonte: Liebowitz e Megbolugbe, 2003

A Gestão do Conhecimento então se mostra não apenas uma ferramenta, mas sim uma filosofia a ser adotada, uma vez ensinar e treinar não basta, pois se o conhecimento estiver apenas com a pessoa o mesmo é perdido no exato momento que este não estiver presente na empresa, e como as saídas nem sempre são programadas ou amigáveis, pode ser que o mesmo seja perdido.

Pensando nesta situação, a gestão do conhecimento prega a documentação como algo primordial, pois no momento que uma baixa ocorrer, com uma documentação bem estruturada, pode-se dar continuidade aos processos da empresa sem grandes traumas.

2.2 Processo de Desenvolvimento de Produto

Segundo Clark e Fujimoto (1991) "é o processo a partir do qual informações sobre o mercado são transformadas nas informações e bens necessários para a produção de um produto com fins comerciais". Esta definição, um dos marcos do estudo do processo de desenvolvimento de produtos, fez com que a responsabilidade no desenvolvimento do produto, até então unicamente do setor de engenharia fosse compartilhada com o restante da empresa.

Posteriormente Juran (1992) definiu o desenvolvimento de produtos como "um processo experimental de escolha das características dos mesmos que correspondem às necessidades dos clientes", e o projeto de produtos como sendo "o processo de definição das características dos mesmos, exigidas para a satisfação das necessidades dos clientes".

O processo de desenvolvimento de produtos encontra-se na interface entre a empresa e o mercado, cabendo a ele, desenvolver um produto que atenda às expectativas do mercado em termos de qualidade do produto, desenvolver o produto no tempo adequado, ou seja, mais rápido que os concorrentes, e a um custo de projeto compatível. Além disso, também deve ser assegurada a manufaturabilidade do produto desenvolvido, ou seja, a facilidade de produzi-lo, atendendo as restrições de custos e de qualidade na produção. (TOLEDO et al. 2000).

O processo de desenvolvimento de produto trabalha com o conhecimento, não que entre um dado no início do processo e saia uma informação pronta, mas são os dados e informações ao longo do processo fazem com que o produto seja constituído, fazendo ainda com que este fluxo de informações gere o conhecimento da organização. Logo, as decisões tomadas com base no conhecimento organizacional é que dão origem ao produto.

Para Rozenfeld *et al* (2006), dentro do projeto do produto, três fases são importantes no seu desenvolvimento: o Projeto Informacional, Projeto Conceitual e o Projeto Detalhado.

Projeto Informacional, etapa na qual se realiza o levantamento de dados de campo, legislação, normas e patentes e os mesmos são processados sob o princípio de projeto para qualidade total, é onde se obtém as especificações-meta do produto, que atendam a todos os *stakeholders* ao longo do ciclo de vida;

Projeto Conceitual, onde as especificações-meta são projetadas em princípios de solução que permitam um equipamento que opere dentro da qualidade, eficiência e custo planejados

O Projeto Detalhado é parte importante principalmente pelo objetivo de desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para encaminhá-lo à manufatura e às outras fases de desenvolvimento.

Com a necessidade de auxiliar esta etapa do projeto do produto, várias ferramentas para suprir estas necessidades foram desenvolvidas.

2.3 CIM

CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) é a designação utilizada para descrever a automatização da fábrica, fazendo de seus processos e atividades todos controlados por computador, dentro deste conceito, a utilização de papel é praticamente eliminada.

No início da utilização deste termo o “C” de computador era a parte mais importante da sigla por levar o termo a um status tecnológico, entretanto, o “I” de integração tem se tornado mais forte nos conceitos atuais, onde a unificação é muito aplicada, uma vez que a organização tende a ser um todo, conforme ilustrado na Figura 2.

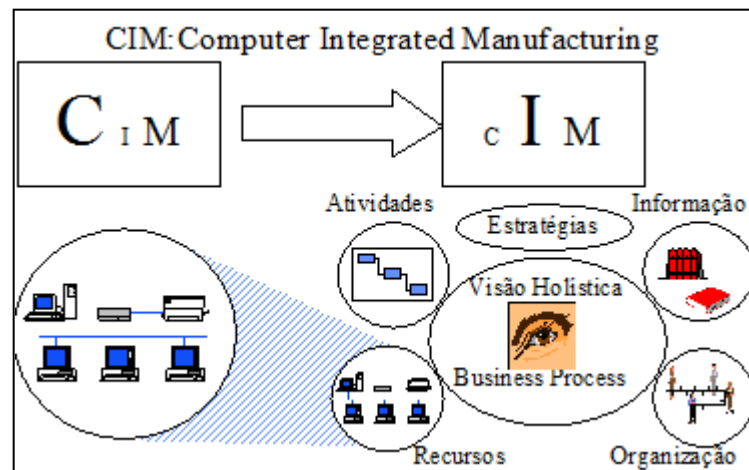


Figura 2: Evolução da Sigla CIM

A Integração parte de uma visão holística da empresa, onde todas as visões fazem parte de um todo unificado. O que sustenta esta visão holística é a compreensão da empresa através de seus *business processes*. (Desenvolvimento de Produtos na Manufatura Integrada por Computador CIM)

2.4 Sistema de Gerenciamento de Dados

Segundo SWANTON (1997) utilizam-se dois termos para identificar os sistemas de gerenciamento de dados: *electronic document management* (EDM) e *product data management* (PDM). A diferença entre os dois termos está nas “áreas” englobadas por cada um deles.

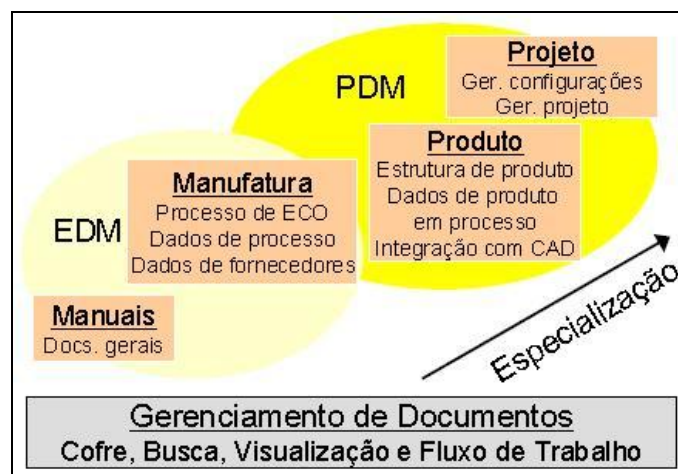


Figura 3: “Áreas” Funcionais de PDM e EDM

Fonte: Swanton, 1997, p.10

Como mostrado na Figura 3, existe uma base comum de gerenciamento de documentos entre os sistemas PDM e EDM, e existe também uma divisão de “áreas” funcionais em quatro grupos. Os sistemas EDM são aqueles que englobam as “áreas” de manuais e da manufatura. Já os sistemas PDM englobam as “áreas” de projeto, do produto e da manufatura, existindo uma sobreposição dos sistemas na “área” de manufatura.

As descrições da base comum e das “áreas” funcionais são realizadas a seguir:

- a) Gerenciamento de documentos: é a base comum a ambas as terminologias e se refere a funções básicas para organizar e controlar arquivos. É incluída aqui a funcionalidade de “cofre” de dados, que armazena e controla as modificações dos documentos. A maioria dos sistemas inclui também uma infra-estrutura para montar fluxos de trabalho, que entre outras funções controlam o roteamento dos documentos na empresa (SWANTON, 1997);
- b) Manuais: são funcionalidades que gerenciam o material de marketing e publicações técnicas, além de procedimentos da empresa e manuais on-line (SWANTON, 1997);
- c) Manufatura: cobre as atividades de fabricação do produto, incluindo aplicações de fluxo de trabalho para liberar as informações do produto para a manufatura, criação de planos de processo, etc. Além de disponibilizar dados para os fornecedores. (SWANTON, 1997);
- d) Produto: é o domínio da engenharia. Os dados gerenciados normalmente são desenhos que estão sendo trabalhados. Estão incluídos aqui integração com sistemas CAD e gerenciamento da estrutura de produto. Algumas ferramentas como visualização 3D, ajudam a simular a montagem virtual das peças (SWANTON, 1997);
- e) Projeto: é uma área utilizada apenas para produtos complexos, como por exemplo, aeronaves, navios, etc., quando um gerenciamento de projetos detalhado é necessário. O status de cada desenho individual é controlado de acordo com prazos, para garantir que o projeto seja cumprido no tempo estipulado. Além disso, informações detalhadas do gerenciador de configurações (por exemplo, várias visões da estrutura de produto) são geradas e podem ser mantidas devido a normas, manutenção do produto, ou por motivos de contrato (SWANTON, 1997).

2.4.1 CAD

O CAD (*Computer-Aided Design*) ou desenho auxiliado por computador é a definição dada aos sistemas computacionais utilizados para criação de desenhos técnicos nas mais diversas áreas.

Especificamente nas áreas de engenharia, têm-se maior utilização os sistemas CAD, uma vez que pode ser feito desde plantas baixas ou outras construções em visualização 2D, como na Figura 4, até elementos mais elaborados.

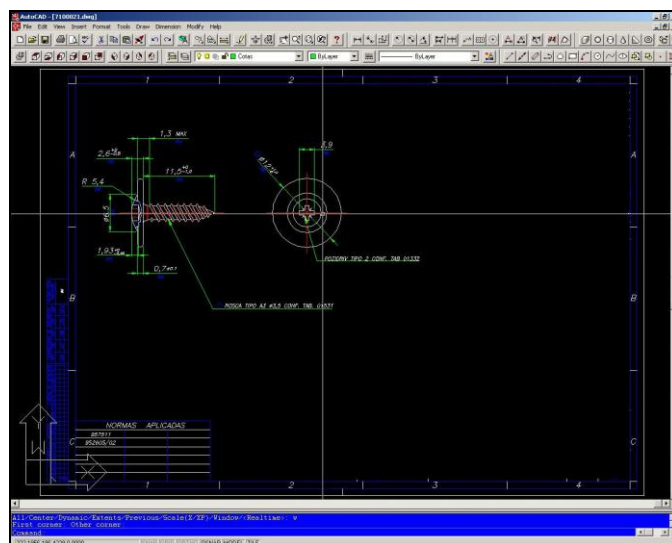


Figura 4: Exemplo de Desenho Sistema CAD AUTOCAD

Fonte: Site da Autodesk

Para desenhos mais elaborados, variações do CAD foram criadas, como o sistema Autodesk Inventor.

2.4.2 Autodesk Inventor

Programa desenvolvido pela empresa de software Autodesk para modelar imagens em formato 3D, com a criação de partes e componentes possibilitando uma junção destas em uma montagem e dimensionamentos das peças. Tendo assim uma visão quase real da peça, como exemplo a Figura 5.



Figura 5: Exemplo de desenho CAD AUTODESK INVENTOR

Fonte: Site da AutoDesk

Sendo que nestes sistemas, além de se montar o desenho das peças, tem-se condições de associar a estrutura do produto, reforçando assim a necessidade de uma lista de materiais bem elaborada.

Estas ferramentas possibilitam que além dos desenhos técnicos, os programas gerem parte da documentação técnica dos equipamentos, que podem ser compostos da textual das estruturas, explosões, listas de componentes, tudo de forma digital, mais rápido e confiável se forem corretamente alimentados e atualizados.

Outro ponto importante é a base de dados gerada por estes sistemas, que possibilitam a movimentação simples das informações e a troca de dados entre os projetos em desenvolvimento da empresa.

2.5 ERP

ERP (*Enterprise Resource Planning*) são sistemas de informação integrados, com a finalidade de gerenciar os dados e as informações disponíveis na empresa.

Normalmente estes sistemas integram todos os setores da empresa através de uma plataforma de software, possibilitando o armazenamento dos dados, automatizando desde o almoxarifado até relatórios para tomadas de decisão.

Os sistemas ERP são compostos por uma base de dados única e por módulos que suportam diversas atividades das empresas. A Figura 6 apresenta uma estrutura típica de funcionamento de um sistema ERP. Os dados utilizados por um módulo são armazenados na base de dados centrais para serem manipulados por outros módulos.

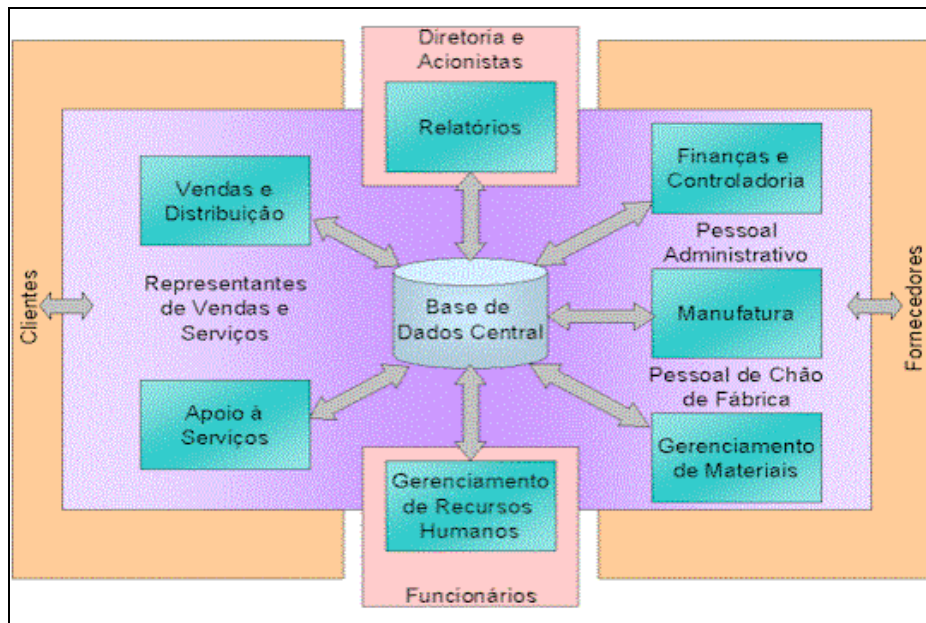


Figura 6: Estrutura típica de funcionamento de um sistema ERP

Fonte: Davenport, 1998

2.6 Engenharia Reversa

A Engenharia Reversa consiste em a partir de uma solução final, identificar os métodos utilizados para resolução deste problema, de uma máquina já existente, desmontar suas partes para estruturar e gerar a documentação técnica da mesma.

Objetivamente a engenharia reversa consiste em, por exemplo, desmontar uma máquina para descobrir como ela funciona. Ou então podemos transformar uma simples aplicação de algoritmos em binários ou hexadecimais para facilitar ou dificultar, dependendo do objetivo de quem está colocando em prática uma engenharia reversa.

2.7 Engenharia Simultânea

O estudo realizado pelo DARPA definiu Engenharia Simultânea da seguinte forma (WINNER et al., 1988 *apud* PRASAD, 1996): "Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos

relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes." A partir dessa definição surgiram muitas outras. O conceito de Engenharia Simultânea tornou-se muito mais abrangente, podendo incluir a cooperação e o consenso entre os envolvidos no desenvolvimento, o emprego de recursos computacionais (CAD/CAE/CAM/CAPP/PDM) e a utilização de metodologias (DFx, QFD, entre outras).

2.8 Documentação do Produto

Conforme Martins e Laugeni (1998), a partir do momento que o produto está definido, este deve ser documentado, sendo que as formas mais usuais adotadas são: explosão, lista de materiais, diagrama de montagem e estrutura analítica.

2.8.1 Explosão

Faz-se um desenho do produto explodido conforme a Figura 7

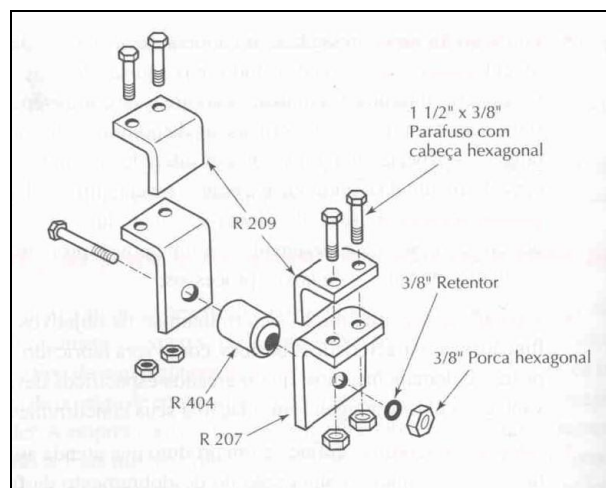


Figura 7: Item explodido

Fonte: Martins e Laugeni (1998)

2.8.2 Lista de Materiais

Segundo definiu a *AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY* (APICS), em 1992, BOM - *Bill of material*, é uma lista de todas as submontagens, componentes intermediários, matérias-primas e itens comprados que são utilizados na

fabricação e/ou montagem de um produto, mostrando as relações de precedência e quantidade de cada item necessário.

Entretanto, a BOM pode conter várias outras informações sobre o produto, ou ainda instruções de trabalho ou ferramentas do processo de manufatura (CLEMENT 1992).

Como o BOM é o documento que define as partes da montagem de uma máquina ou um de seus conjuntos, é imprescindível que não haja erros em sua elaboração, assim como uma constante atualização.

Segundo CLEMENT et al. (1992) definem que a BOM deve ter uma precisão entre 98 e 100 por cento. Isso significa que no mínimo 98% de todas as BOM's de um nível precisam estar 100% corretas. Casos práticos têm mostrado que sistemas MRP (*Material Requirement Planning*) que trabalham com BOM's cuja precisão é menor que 98% simplesmente falham.

Como exemplo de uma lista de materiais, temos a Tabela 1 com a descrição da Peça XYZ. Neste caso temos uma das formações clássicas da lista de materiais, conforme modelo de Martins e Laugeni (1998).

Tabela 1 – Lista de Material da Peça XYZ

Nome	Código	Nível	Quantidade	Fornecedores	
				Internos	Externos
Peça XYZ		1	1	X	
Suporte	SA	2	2		X
Cantoneira	R 209	3	2		X
Cantoneira	R 207	3	2		X
Parafuso com porca	PR 3	2	1		X
Rolamento	R 204	2	2		X
Retentor	R 796	2	1	X	
Etiqueta	E 604	2	1	X	

Fonte: Martins e Laugeni (1998)

É importante destacar ainda a importância do BOM como sendo o ponto mais comum para interface ou integração entre os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e PDM (*Product Data Management*) e entre os sistemas ERP e CAD (*Computer Aided Design*) possibilitando assim o fluxo e a consistência das informações (OLIVEIRA, 1999).

2.8.3 Diagrama de Montagem

Conforme Martins e Laugeni (1998), o diagrama de montagens é a seqüência de montagem do produto como visto na Figura 8.

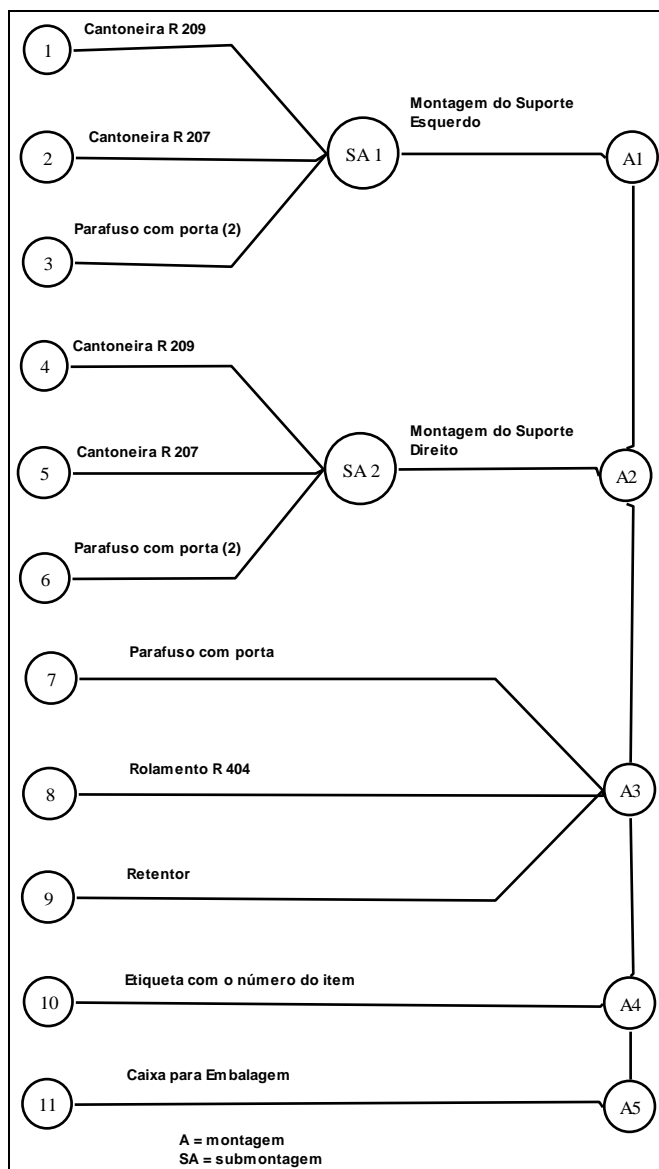


Figura 8: Diagrama de Montagem

Fonte: Martins e Laugeni, 1998

2.8.4 Estrutura Analítica

Também segundo Martins e Laugeni (1998), é a composição do produto em seus níveis hierárquicos, como visto na Figura 9.

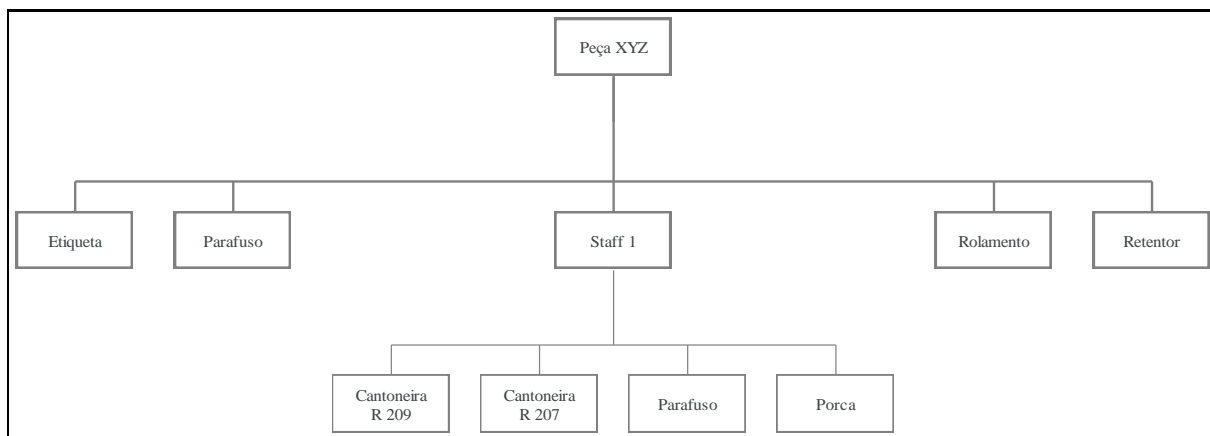


Figura 9: Exemplo de Estrutura Analítica da Peça XYZ

Fonte: Martins e Laugeni, 1998

A estrutura mostra que alguns itens agrupados formam um novo item em um nível acima, que por sua vez, agrupa-se com outros itens que formam um novo item, seguindo esta seqüência até chegar ao produto principal. Ainda um mesmo item pode aparecer em mais de um nível, acima ou abaixo dentro da estrutura.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Apresentação da Empresa

A Tooling Equipamentos Ópticos desenvolve equipamentos de precisão para laboratório de óticas. Suas atividades iniciaram no início na década de 90 em uma área de 15m², hoje conta com uma equipe de aproximadamente 30 profissionais trabalhando na produção de moldes, organizadores, sistemas de medição, máquinas cilíndricas e geradores de curvas CNC e PLC, estruturada em uma área de 1.200 m².

O organograma da empresa pode ser vista na Figura 10.

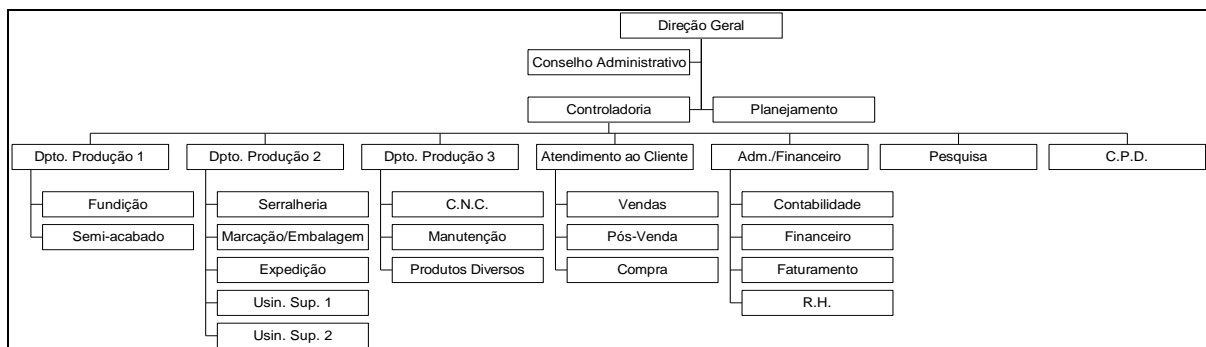


Figura 10: Organograma da Tooling Equipamentos Ópticos LTDA

3.2 Metodologia e Análise

A pesquisa realizada de maneira descritiva, utilizando o delineamento de um estudo de caso. Com dados coletados através de entrevistas, questionário, observação e relatórios.

Em entrevista aos funcionários, verificou-se que havia certa dificuldade na comunicação entre as áreas, uma vez que cada setor utilizava uma denominação específica para mesma peça ou equipamento, não existindo um padrão entre o desenvolvimento e desenho e o almoxarifado, responsável pelo cadastramento das peças.

Durante o período de observação pode-se confirmar este desentendimento entre as áreas, que chega a envolver também os clientes externos, em que a ligação de um cliente que, precisando de uma peça para executar manutenção em seu equipamento, descreveu-a pelo telefone e foi necessário o envolvimento de três áreas para precisar qual era a peça.

Mediante esta situação, percebeu-se a necessidade de padronizar a documentação dos produtos. Neste levantamento foi possível identificar que ações já haviam sido realizadas, porém incompletas.

A lista de materiais dos equipamentos é baseada na ficha técnica do produto do almoxarifado, que possui diferenças nas montagens reais, devido a problemas no sistema gerencial atual, em falhas de atualização de conjuntos, montagens e peças quando os mesmos são modificados em um ponto e não atualizam todo sistema.

Os desenhos técnicos dos equipamentos existem, porém, as denominações das peças não condizem com as adotadas pelo almoxarifado em todas as situações, assim como sua atualização não condiz com todas as modificações feitas na produção, uma vez que as adequações nem sempre são repassadas ao setor.

No setor de desenho notaram-se ainda problemas quanto à organização das bibliotecas das peças e projetos, pois quando há uma modificação registrada, copia-se todo arquivo existente, tanto as peças quanto suas montagens, modificando no novo arquivo somente a peça desejada, como estes arquivos em média possuem 500 MB o servidor estava sendo prejudicado, além de não haver um padrão de modificações e histórico dos mesmos.

Após este levantamento realizado junto à empresa, constatou-se que seus produtos possuem partes de uma boa documentação, porém, estas partes não se integram da forma coesa, prejudicando desta forma, desde o momento da concepção do produto, até o suporte prestado pela empresa aos seus clientes.

Como os equipamentos que estão com este problema documental, são máquinas compostas por aproximadamente 300 partes, montadas com peças usinadas pela empresa, peças compradas prontas e peças semi-acabadas, tendo desta forma, a necessidade de termos além de uma lista de materiais, e explosão do produto para sua montagem, trabalharmos com os desenhos técnicos das peças usinadas e semi-acabadas.

Pelo sistema atual foi possível levantar a ficha técnica da Máquina Cilíndrica, equipamento adotado neste trabalho como protótipo documentado e servirá de referencia aos demais produtos.

3.3 Cenário Anterior

Nesta seção tem-se a situação da documentação do equipamento Máquina Cilíndrica anterior a aplicação do trabalho proposto.

3.3.1 Lista de Materiais

As listas de materiais como documento padrão do detalhamento das peças não era adotada pela Tooling em seus produtos, uma vez que registro semelhante era controlado pelo RELATÓRIO DE FICHA TÉCNICA DE PRODUTOS COMPLETO (Anexo A), Quadro 1 apresenta parte deste relatório.

RELATÓRIO DE FICHA TÉCNICA DE PRODUTOS COMPLETO

Produto: MAQUINA CILINDRICA TORIC TOOL POLI

Código Produto	Estoque	Quantidade	Pç.Custo
004914 - ACESSORIO CAPA PROTETORA P/BOTÃO BI 101/05	44	1 pç	4,09
002243 - ADESIVO "220V"	18	1 pç	5,83
002721 - ADESIVO "CHOQUE" (RAIO)	12	1 pç	7,07
000853 - ADESIVO "IMPORTANTE ATERRAR"	10	1 pç	7,53
003176 - ADESIVO "TORIC TOOL"	15	1 pç	55,65
003679 - ANEL ELASTICO I-30	18	2 pç	0,61
000708 - ARRUELA LISA 1/4" - INOX	99	25 pç	0,08
004091 - ARRUELA LISA M4 - INOX	27	4 pç	0,04
001846 - ARRUELA LISA M6 - ZINCADA	20	8 pç	0,02
001589 - ARRUELA LISA M8 - ZINCADA	0	4 pç	0,03
001658 - ARRUELA PRESSAO M10 - ZINCADA	175	5 pç	0,03
003709 - BIELA 45 RPM	15	1 pç	3,90
.....002609 - BIELA PEÇA 02	0	1 pç	1,00
.....000816 - BARRA : ACO TRIF. 1020 Ø 1 1/2"	1304	17 MM	0,02
.....002074 - PARAFUSO : SEXTAVADO M10 X 50 - R.1,25	74	1 pç	0,91

Quadro 1: RELATÓRIO DE FICHA TÉCNICA DE PRODUTOS COMPLETO

Porém, não há como termos este relatório como documento padrão, uma vez que ele corresponde também à uma Ordem de Produção (OP) do equipamento. E, por não existir um documento padrão, sempre acontece das quantidades serem diferentes, assim como acontece de itens serem esquecidos de ser de lançados na OP, já que não existe uma lista padrão como *check list* para conferencia de todas as peças.

3.3.2 Diagrama de Montagem

Anteriormente não havia nenhum diagrama de montagem, agora estruturado para o produto alvo do estudo.

3.3.3 Comunicação e Nomenclatura

Problemas ocasionados por falha de comunicação entre os setores, devido às divergências entre as nomenclaturas adotadas nas peças pelos diferentes setores, assim como, a dificuldade encontrada pelos clientes no momento de identificar uma peça seus equipamento para eventual manutenção.

Na Figura 11 pode-se ver o porquê da dificuldade encontrada pelo cliente, uma vez que não há clareza na descrição da peça, mesmo contendo o desenho da explosão da peça no manual (APÊNDICE B), a identificação dos itens exatos é difícil de determinar.

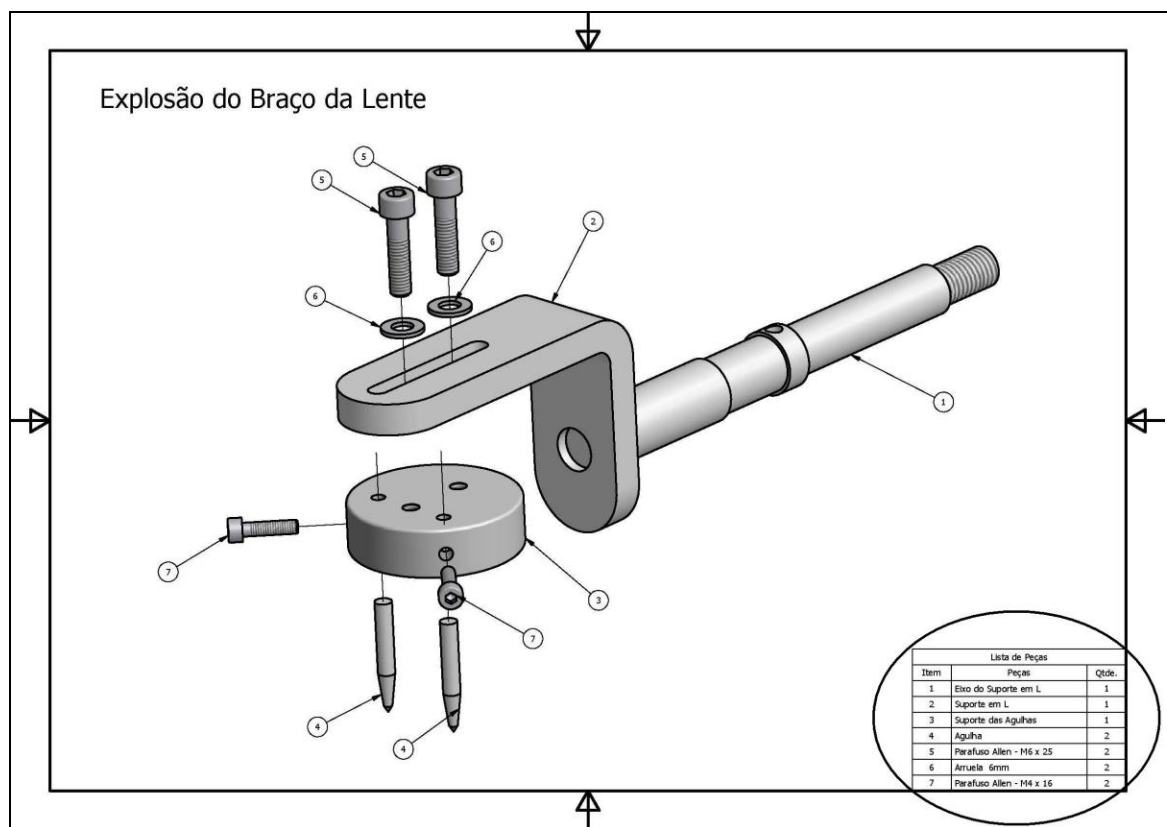


Figura 11: Explosão do Braço da Lente antigo

A “Lista de Peças” disponível no desenho identifica a peça, ampliada na Figura 12, porém em algumas situações não ficaria claro, por exemplo, se o cliente solicitar via telefone que precisa de uma “Agulha”, não havendo uma codificação específica e uma vez que a mesma faz parte de vários equipamentos.

Lista de Peças		
Item	Peças	Qtde.
1	Eixo do Suporte em L	1
2	Suporte em L	1
3	Suporte das Agulhas	1
4	Agulha	2
5	Parafuso Allen - M6 x 25	2
6	Arruela 6mm	2
7	Parafuso Allen - M4 x 16	2

Figura 12: Detalhe da legenda da Explosão do Braço da Lente antigo

3.3.4 Biblioteca Inventor

Problemas quanto à organização das peças, desenhos, montagens e projetos eram de forma desorganizada, deixando as pastas dos arquivos com um tamanho extremamente grande, conforme a Figura 13 pode demonstrar.

Nome	Modificado em	Tamanho	Marcas	Tipo	Modificado em	Tamanho	Marcas	Tipo
Adesivos								
Careragem Nova								
Fonts								
Mancal da Morsa								
Maquina 2x evolution								
Morsa								
Motor								
novo pistão 2								
Old'ersonis								
pidão pneumático								
2x-1ool								
acad								
acastek-dmp								
Adesivo cilíndrica								
Adesivo cilíndrica 13-04								
Adesivo cilíndrica 14-03 II								
Afastador do Pistão								
Agulha								
Agulha II								
Anel da Borracha								
Anel Elástico								
Bela 02-07								
Bela 0206								
Bela 0208								
Bela Curta								
Bela Curta								
Bela curta com rótula								
Bela Longa com rótula								
Bela Peça 0001								
Bela Peça 0002								
Bela Peça 0003 (curta)								
Bela Peça 0004								
Bela Peça 0005								
Bela Peça 0006								
Bela Peça 0007								
Bela Peça 0008								
Bela Peça 0009								
Bela Peça 0010								
Bela Peça 0011								
Bela Peça 0012								
Bela Peça 0013								
Bela Peça 0014								
Bela Peça 0015								
Bela Peça 0016								
Bela Peça 0017								
Bela Peça 0018								
Bela Peça 0019								
Bela Peça 0020								
Bela Peça 0021								
Bela Peça 0022								
Bela Peça 0023								
Bela Peça 0024								
Bela Peça 0025								
Bela Peça 0026								
Bela Peça 0027								
Bela Peça 0028								
Bela Peça 0029								
Bela Peça 0030								
Bela Peça 0031								
Bela Peça 0032								
Bela Peça 0033								
Bela Peça 0034								
Bela Peça 0035								
Bela Peça 0036								
Bela Peça 0037								
Bela Peça 0038								
Bela Peça 0039								
Bela Peça 0040								
Bela Peça 0041								
Bela Peça 0042								
Bela Peça 0043								
Bela Peça 0044								
Bela Peça 0045								
Bela Peça 0046								
Bela Peça 0047								
Bela Peça 0048								
Bela Peça 0049								
Bela Peça 0050								
Bela Peça 0051								
Bela Peça 0052								
Bela Peça 0053								
Bela Peça 0054								
Bela Peça 0055								
Bela Peça 0056								
Bela Peça 0057								
Bela Peça 0058								
Bela Peça 0059								
Bela Peça 0060								
Bela Peça 0061								
Bela Peça 0062								
Bela Peça 0063								
Bela Peça 0064								
Bela Peça 0065								
Bela Peça 0066								
Bela Peça 0067								
Bela Peça 0068								
Bela Peça 0069								
Bela Peça 0070								
Bela Peça 0071								
Bela Peça 0072								
Bela Peça 0073								
Bela Peça 0074								
Bela Peça 0075								
Bela Peça 0076								
Bela Peça 0077								
Bela Peça 0078								
Bela Peça 0079								
Bela Peça 0080								
Bela Peça 0081								
Bela Peça 0082								
Bela Peça 0083								
Bela Peça 0084								
Bela Peça 0085								
Bela Peça 0086								
Bela Peça 0087								
Bela Peça 0088								
Bela Peça 0089								
Bela Peça 0090								
Bela Peça 0091								
Bela Peça 0092								
Bela Peça 0093								
Bela Peça 0094								
Bela Peça 0095								
Bela Peça 0096								
Bela Peça 0097								
Bela Peça 0098								
Bela Peça 0099								
Bela Peça 0100								
Bela Peça 0101								
Bela Peça 0102								
Bela Peça 0103								
Bela Peça 0104								
Bela Peça 0105								
Bela Peça 0106								
Bela Peça 0107								
Bela Peça 0108								
Bela Peça 0109								
Bela Peça 0110								
Bela Peça 0111								
Bela Peça 0112								
Bela Peça 0113								
Bela Peça 0114								
Bela Peça 0115								
Bela Peça 0116								
Bela Peça 0117								
Bela Peça 0118								
Bela Peça 0119								
Bela Peça 0120								
Bela Peça 0121								
Bela Peça 0122								
Bela Peça 0123								
Bela Peça 0124								
Bela Peça 0125								
Bela Peça 0126								
Bela Peça 0127								
Bela Peça 0128								
Bela Peça 0129								
Bela Peça 0130								
Bela Peça 0131								
Bela Peça 0132								
Bela Peça 0133								
Bela Peça 0134								
Bela Peça 0135								
Bela Peça 0136								
Bela Peça 0137								
Bela Peça 0138								
Bela Peça 0139								
Bela Peça 0140								
Bela Peça 0141								
Bela Peça 0142								
Bela Peça 0143								
Bela Peça 0144								
Bela Peça 0145								
Bela Peça 0146								
Bela Peça 0147								
Bela Peça 0148								
Bela Peça 0149								
Bela Peça 0150								
Bela Peça 0151								
Bela Peça 0152								
Bela Peça 0153								
Bela Peça 0154								
Bela Peça 0155								
Bela Peça 0156								
Bela Peça 0157								
Bela Peça 0158								
Bela Peça 0159								
Bela Peça 0160								
Bela Peça 0161								
Bela Peça 0162								
Bela Peça 0163								
Bela Peça 0164								
Bela Peça 0165								
Bela Peça 0166								
Bela Peça 0167								
Bela Peça 0168								
Bela Peça 0169								
Bela Peça 0170								
Bela Peça 0171								
Bela Peça 0172								
Bela Peça 0173								
Bela Peça 0174								
Bela Peça 0175								
Bela Peça 0176								
Bela Peça 0177								
Bela Peça 0178								
Bela Peça 0179								
Bela Peça 0180								
Bela Peça 0181								
Bela Peça 0182								
Bela Peça 0183								
Bela Peça 0184								
Bela Peça 0185								
Bela Peça 0186								
Bela Peça 0187								
Bela Peça 0188								
Bela Peça 0189								
Bela Peça 0190								
Bela Peça 0191								
Bela Peça 0192								
Bela Peça 0193								
Bela Peça 0194								
Bela Peça 0195								
Bela Peça 0196								
Bela Peça 0197								
Bela Peça 0198								
Bela Peça 0199								
Bela Peça 0200								
Bela Peça 0201								
Bela Peça 0202								
Bela Peça 0203								
Bela Peça 0204								
Bela Peça 0205								
Bela Peça 0206								
Bela Peça 0207								
Bela Peça 0208								
Bela Peça 0209								
Bela Peça 0210								
Bela Peça 0211								
Bela Peça 0212								
Bela Peça 0213								
Bela Peça 0214								
Bela Peça 0215								
Bela Peça 0216								
Bela Peça 0217								
Bela Peça 0218								
Bela Peça 0219								
Bela Peça 0220								
Bela Peça 0221								
Bela Peça 0222								
Bela Peça 0223					</			

Sendo que estas pastas contém peças repetidas e ou desnecessárias para montagem do produto onde está inserida, fazendo com estas pastas atingissem em média aproximadamente 500 MB, prejudicando além dos usuários dos desenhos, a capacidade dos servidores.

3.3.5 Almojarifado

O almojarifado se via com constantes problemas de controle, ocasionado pelo fato das peças novas ficarem alocadas no mesmo espaço de peças usadas e sucata, e em alguns casos ficando na mesma prateleira. Causando constantes problemas no controle de estoque, uma vez que o acesso às peças novas e usadas era efetuado por todos em um espaço único, como visto na Figura 14, o acesso a todas as prateleiras era feito por um único acesso.

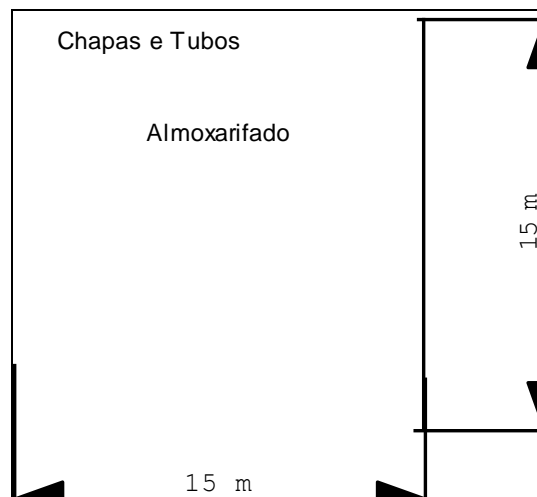


Figura 14: Planta antiga do Almojarifado

3.4 Cenário Atual

Esta seção demonstra como ficou a documentação do equipamento Máquina Cilíndrica após a aplicação do trabalho.

3.4.1 Lista de Materiais

Com base no relatório de produção existente, fez-se a conferência de todos os itens da Máquina Cilíndrica desmontando um equipamento disponível no local, medindo e contabilizando todos os itens e peças da maquina e medindo as partes que se fez necessário.

Chegando a uma lista de materiais de todos os itens corrigidos, Apêndice A, exemplo no Quadro 2, parte da Lista de Materiais.

LISTA DE MATERIAIS				
PRODUTO: MAQUINA CILINDRICA TORIC TOOL POLI				
ITENS				
Nome	Código	Nível	Qtde	Und
ACESSORIO CAPA PROTETORA P/BOTÃO BI 101/05	004914	1	1	pç
ADESIVO "220V"	002243	1	1	pç
ADESIVO "CHOQUE" (RAIO)	002721	1	1	pç
ADESIVO "IMPORTANTE ATERRAR"	000853	1	1	pç
ADESIVO "TORIC TOOL "	003176	1	1	pç
ADESIVO "TORIC TOOL " (REFRI)	003555	1	1	pç
ANEL ELASTICO I-30	003679	1	2	pç
ARRUELA LISA 1/4" - INOX	000708	1	22	pç
ARRUELA LISA M8 - ZINCADA	001589	1	25	pç
ARRUELA PRESSAO M10 - ZINCADA	001658	1	6	pç
ARRUELA PRESSAO M8 - ZINCADO	001848	1	8	pç
BIELA 45 RPM	003709	1	1	pç
BIELA PEÇA 02	002609	2	1	pç
BARRA : ACO TRIF. 1020 Ø 1 1/2"	000816	3	17	MM
PARAFUSO : SEXTAVADO M10 X 50 - R.1,25	002074	2	1	pç

Quadro 2: Lista de Materiais da Máquina Cilíndrica

Depois de concluída a lista de materiais, foi possível estruturar os demais componentes para documentação do produto.

3.4.2 Diagrama de Montagem

O diagrama de montagem do produto foi elaborado com base na lista de materiais e pelas informações repassadas pelo responsável de produção, respeitando as seqüência de montagens feitas por eles, conforme Figura 13, ilustra a descrição de parte do processo de montagem do produto.

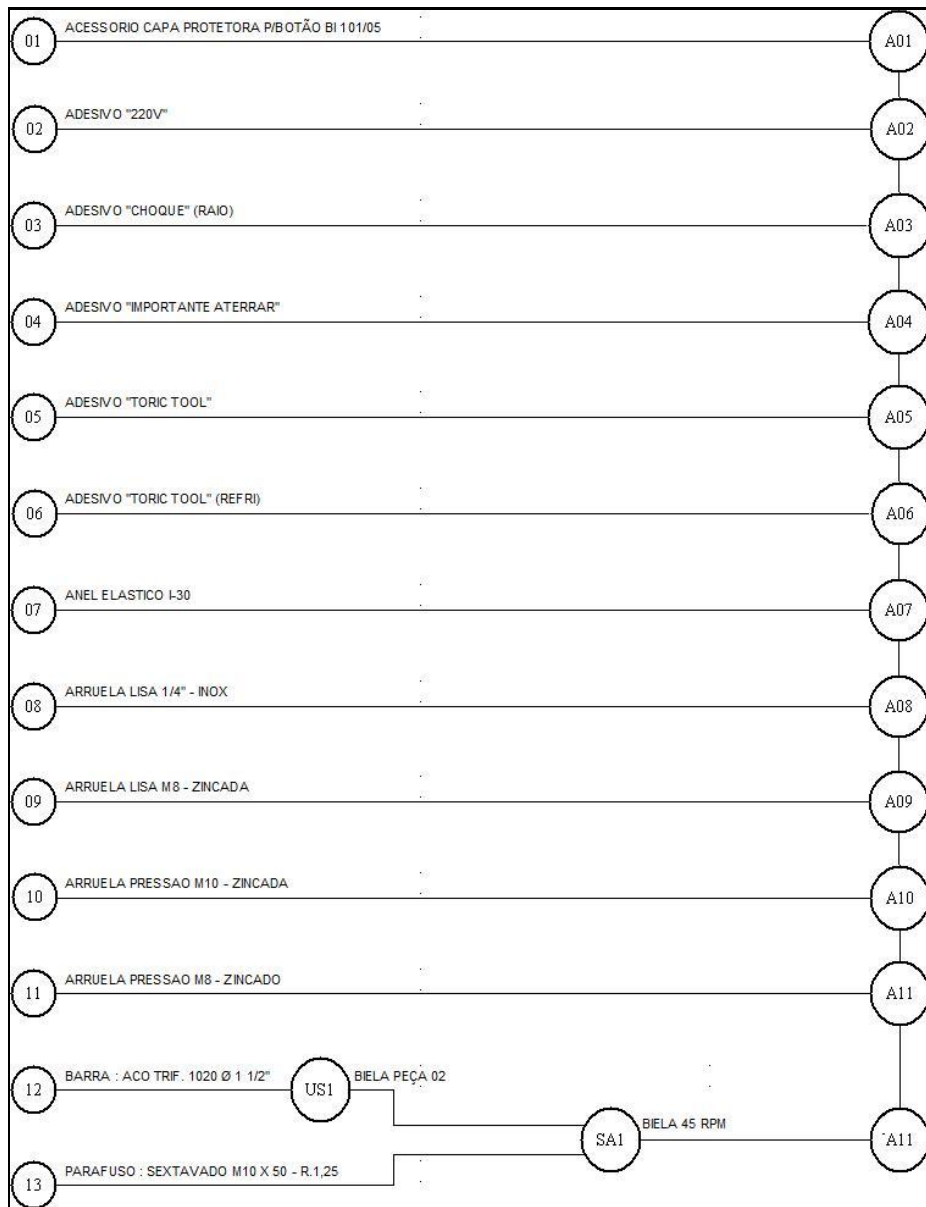


Figura 15: Diagrama de montagem da Máquina Cilíndrica

Tendo nas primeiras circunferências a numeração crescente das peças com seu respectivo nome a frente, um segundo nível mostra que o item 12 (BARRA: ACO TRIF. 1020 ϕ 1 1/2") foi usinada transformando-se em US1 (BIELA PEÇA 02) que por sua vez fará parte do conjunto SA1 (BIELA 45 RPM), até chegar em A11, na seqüência de montagem principal. Neste estudo não será feita a estrutura analítica devido à grande amplitude causada pela quantidade de peças existentes no produto, aproximadamente 300 itens.

3.4.3 Comunicação e Nomenclatura

Problemas ocasionados por divergências na nomenclatura das peças foi sanado em reunião junto aos responsáveis dos setores para que houvesse uma padronização nesta linguagem, uma mudança foi no momento de criação nos desenhos que terão os nomes padronizados. Esta padronização será discutida no item 3.4.4.

Esta padronização terá fácil compreensão de todos os setores, uma vez que a Tooling adquiriu um novo sistema ERP que possibilitará no ato do cadastramento da peça no sistema, associar o desenho feito no Inventor da peça, o qual poderá ser impressa na OP de fabricação da mesma. Assim como também será possível cadastrar uma foto da peça pronta para conferência posterior a usinagem da mesma.

Referente aos problemas ocasionados pela dificuldade dos clientes efetuou-se uma modificação nas explosões existentes, tornando-se padrão o formato da Figura 16.

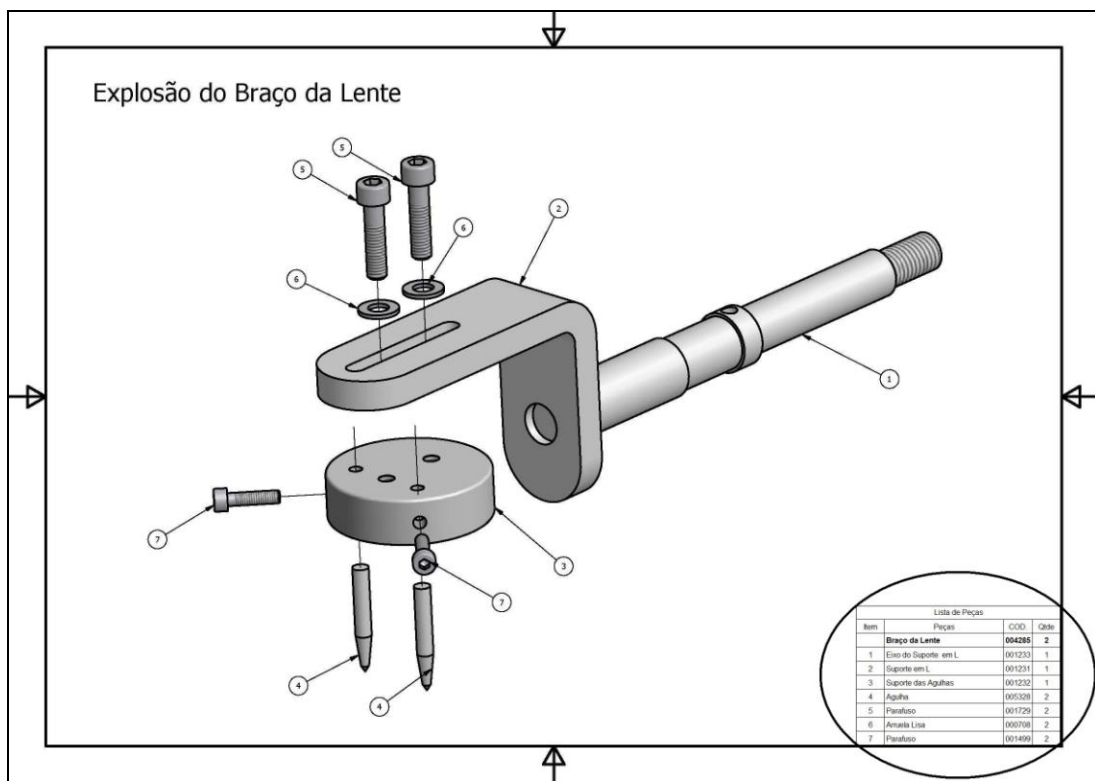


Figura 16: Explosão do Braço da Lente Corrigida

Lista de Peças			
Item	Peças	COD.	Qtde
	Braço da Lente	004285	2
1	Eixo do Suporte em L	001233	1
2	Suporte em L	001231	1
3	Suporte das Agulhas	001232	1
4	Agulha	005328	2
5	Parafuso	001729	2
6	Arruela Lisa	000708	2
7	Parafuso	001499	2

Figura 17: Detalhe da legenda da Explosão do Braço da Lente Corrigida

Tendo agora na explosão, além da identificação das peças, a inclusão do código do produto utilizado no sistema da Tooling, para que no momento do contato do cliente junto a empresa, ele possa fazer a solicitação da peça diretamente pelo código “005328” o qual necessita da reposição referente a uma “Agulha”, facilitando o entendimento da partes e evitando o problema com recorrentes falhas na comunicação e erros ocasionais na emissão de peças.

3.4.4 Biblioteca Inventor

Foi desenvolvido um procedimento para cadastro e organização dos desenhos (peças, conjuntos e montagens) criados no setor de desenvolvimento da Tooling.

A biblioteca deverá ficar organizada da seguinte forma:

- a) Pasta principal será denominada Biblioteca;
- b) Subpastas com nome dos respectivos equipamentos (Ex: Máquina Cilíndrica, Torno CNC, Blocoadora, entre outros);
- c) Dentro das subpastas deverão ser criadas outras pastas com os nomes das peças e ou conjuntos (Ex: Biela, Chapas, Estrutura, Manca, entre outras), estes com suas respectivas partes, ficando apenas as montagens principais da máquina fora das pastas. Somente estes os arquivos deverão ser replicados quando houver uma modificação nas máquinas e não mais toda pasta como era feito anteriormente.

Além do novo procedimento para organização da biblioteca, o método adotado para modificações em desenhos de máquinas já existentes foi alterado, passando agora a replicar apenas a parte modificada, e não mais toda a pasta do equipamento.

A pasta de um equipamento quando replicada (tamanho de aproximadamente 500 Mb) com peças repetidas ou não mais utilizadas, gera uma nova pasta do mesmo tamanho, sendo que em algumas modificações o desenho tem apenas 50 Kb.

Procedimento para nomear e alocar os novos desenhos:

Ao criar um novo desenho, este deverá ter a terminação “T01”, identificando que é a primeira versão do desenho, e deverá ser colocada na pasta adequada.

Exemplo:

“Biela Peça 02 T01” (Biblioteca\Máquina Cilíndrica\Biela, componente da Máquina Cilíndrica)

“Toric Tool 2008 T01” (Nome do arquivo da montagem da Máquina Cilíndrica)

Estas modificações podem ser vistas nas Figuras 18 e 19, com resultados de pastas com tamanho de aproximadamente 50 MB, após a organização da biblioteca e eliminação de peças desnecessárias.

Links Favoritos	Nome	Modificado em	Tipo	Tamanho
Documentos	Biola	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Mais >>	Bomba	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Pastas	Chapas	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Toric Tool	Conjunto Oscilante	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Biola	Diversos	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Barra Roscada	Estrutura	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Rótulas	Lubri-Fil Bel-Air	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Bomba	Mancal 45 rpm	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Chapas	Mancal 60 rpm	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Conjunto Oscilante	Mancal da morsa	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Braço da lente	Mancal intermediário	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
piping runs.1202563615593	Mesa da Mecânica	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Torre	Morsa pneumática	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Diversos	Motor	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Estrutura	OldVersions	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Lubri-Fil Bel-Air	pistão pneumático	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
lubri fill v 2	Polias e engrenagem	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Mancal 45 rpm	Regulador de Pressão	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Mancal 60 rpm	Solenóide	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Mancal da morsa	temporizador	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Mancal intermediário	Carenagem	28/06/08 22:50	Autodesk Inventor...	156 KB
Mesa da Mecânica	Mecânica	28/06/08 22:50	Autodesk Inventor...	198 KB
Morsa pneumática	Toric Tool	28/06/08 22:50	Autodesk Inventor...	172 KB
Kit reparo				
Pistão CJPB				
Motor				
OldVersions				
pistão pneumático				
Polias e engrenagem				
Regulador de Pressão				
Solenóide				
temporizador				

23 itens

Figura 18: Biblioteca da Máquina Cilíndrica Organizada

Pastas	Nome	Modificado em	Tipo	Tamanho
Toric Tool	Barra Roscada	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Biola	Rótulas	12/07/08 18:02	Pasta de Arquivos	
Barra Roscada	Biola Curta T01	28/06/08 19:56	Autodesk Inventor...	153 KB
OldVersions	Biola Longa T01	28/06/08 22:50	Autodesk Inventor...	167 KB
Rótulas	Biola Peça 02 T01	06/10/04 09:09	Autodesk Inventor...	189 KB
Bomba	Biola Peça 03 T01	24/07/04 12:16	Autodesk Inventor...	161 KB
Chapas				
Conjunto Oscilante				
Braço da lente				
OldVersions				
piping runs.120256361559				
Torre				
Diversos				
Estrutura				
Lubri-Fil Bel-Air				
Mancal 45 rpm				
Mancal 60 rpm				
Mancal da morsa				
Mancal intermediário				
Mesa da Mecânica				
Morsa pneumática				
Kit reparo				
OldVersions				
Pistão CJPB				
Motor				
OldVersions				
pistão pneumático				
Polias e engrenagem				
Regulador de Pressão				
Solenóide				
temporizador				

Figura 19: Biblioteca da Máquina Cilíndrica Organizada, bielas em detalhe

3.4.5 Almoxarifado

Após conversa com responsáveis pelo almoxarifado e pelos setores de desenvolvimento e produção, fez-se a necessidade de separar os itens novos dos usados e sucata, mesmo que dentro do mesmo ambiente, colocou-se uma divisória, impossibilitando o acesso de todos os produtos do almoxarifado e deixando livre o acesso aos itens usados e sucata.

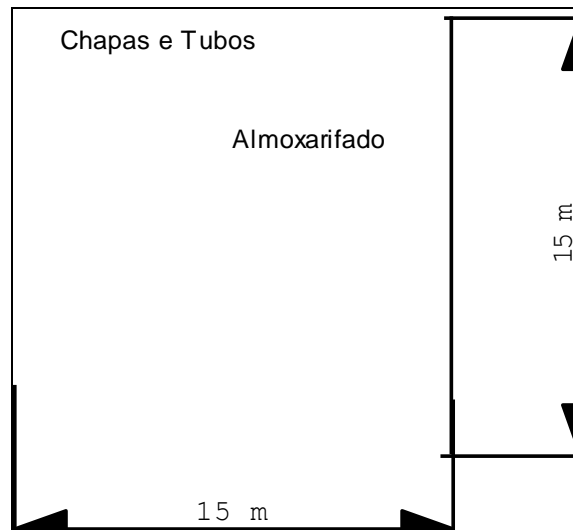


Figura 20: Planta do Almoxarifado após redimensionamento

3.5 Considerações Finais

Com a documentação do produto estruturada em uma boa lista de materiais, diagrama de montagem e desenhos organizados, os problemas anteriormente encontrados no tocante a localização de informações vem sendo sanado. Uma vez que a busca por informações sobre peças ou montagens da máquina agora são fácil e rapidamente localizadas, assim como agora existe a possibilidade de conferência da montagem do equipamento, através de um *check list* a ser desenvolvido.

Com os desenhos organizados e devidamente renomeados, evita-se o constante problema de perda de vínculo, que ocorria quando eram feitas modificações no projeto e copiava-se toda a pasta de montagem e peças para uma eventual pequena modificação em apenas um componente da máquina.

Assim como o novo formato de organização que possibilita agora que apenas a peça modificada seja replicada. Temos com estas ações uma considerável redução de tempo de

trabalho pela facilidade que se encontra uma peça dentro da nova distribuição dos componentes pelo sistema de biblioteca setorizada. Quando se precisam fazer modificações, além de reduzir o espaço em disco, evitando a sobrecarga do servidor que hospedava montagens de 500 MB e agora não chegam a ultrapassar 50 MB.

Além das vantagens técnicas aqui citadas, outras possibilidades de projetos futuros, assim como projetos estão em andamento sem falar modificações já implantadas.

A alteração da disposição do almoxarifado, feita após apontamento de problemas no controle do estoque.

Entre as principais modificações, a Tooling, viu-se obrigada a implantar um novo sistema ERP para gerenciamento de sua produção, estoque e demais setores da empresa, implantação esta que está solucionando praticamente todos os problemas de falta de histórico e estruturas dos produtos, pela quantidade de informações que armazena, assim como os *logs* de modificações.

Modificou-se a forma de produção das máquinas, agora com uma lista de materiais confiável, será possível montar um sistema MRP projetando a confecção de várias unidades de peça, aproveitando o start-up de alguns equipamentos. Além das modificações constantes de equipamento, onde eram feitas mudanças quase que de uma máquina para outra, agora se começa um trabalho para que modificações sejam feitas somente lotes previamente definidos.

Com a organização das informações, possibilitar o desenvolvimento de *check lists* de manutenção dos produzidos pela Tooling, facilitando assim o processo de manutenção hoje efetuada apenas pelo responsável pela produção e o desenvolvedor.

Vê-se que através de uma simples lista de materiais, é possível conseguir muito mais informações que se julga ser possível, pois de um pedido inicial de aumento de produção, viu-se a necessidade sim de estruturar os produtos já existentes através de uma engenharia reversa e por fim gerar uma documentação que ai sim possibilitará uma projeção de materiais para confecção de vários equipamentos, ou ainda reduzir ou mesmo evitar falhas na usinagem de peças incorretas por não ter uma biblioteca coerente com as montagens, em suma, à partir destas documentações geradas, temos o início para trabalhar com qualquer ferramenta de gestão que venha a ser utilizada.

4 CONCLUSÃO

A lista de materiais foi organizada e estruturada padronizando a Máquina Cilíndrica. Esta lista é adotada agora como *checklist* na montagem de novas máquinas. Problemas relacionados a falta ou excesso de peças na ordem de produção dos equipamentos foram sanados e em alguns casos pelos menos reduzidos.

O desenho da Máquina Cilíndrica foi refeito, atualizando sua montagem conforme a configuração atual do equipamento. Além de que agora foi padronizado para sempre que ocorrer alguma modificação, esta deve ser notificada a todos os envolvidos com os registros em sistema (desenhos e fichas técnicas).

Devido a constante atualização dos desenhos, foi padronizado um formato para registro e armazenagens destes, deixando arquivos e pastas organizadas, reduzindo o tamanho de pasta de 500 Mb para 50 Mb, além da redução de peças dentro das pastas, conforme visto no item “3.4.4 Biblioteca Inventor”.

Como havia várias modificações a serem feitas no Sistema de Gestão, sendo que estas eram um pouco difíceis de serem efetuadas, optou-se em adquirir um novo sistema. Atualmente esta em processo de implantação um novo ERP na empresa.

Neste novo sistema, é possível associar o desenho CAD/Inventor à peça, que pelo novo processo adotado pelos envolvidos, sempre que ocorre alguma modificação em peça, esta é notificada e alterada em todos os sistemas.

Outra vantagem deste sistema é que ele soluciona o problema de retrabalho e até desperdício de peças que acontecia, uma vez que agora, no ato da impressão da ordem de produção de uma peça, no verso da OP, pode-se imprimir o desenho, praticamente eliminando problemas de desenhos incorretos.

Foi definido também que modificações não mais serão feitas de uma montagem para outra, e sim em sistema de lote.

5 REFERÊNCIAS

AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY. Dictionary. 7.ed. Falls Church, American Production and Inventory Control Society, 1992.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston, Mass.: Harvard Business School Press. 1991*

CLEMENT, J.; COLDRICK, A. SARI, J. *Manufacturing data structures: building foundations for excellence with bills of material and process information. Atlanta, Oliver Wight. 1992.*

DAVENPORT, THOMAS H., PRUSAK, LAURENCE. - “**Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**”. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DRUCKER, PETER FERDINAND. “**Administrando em tempos de grandes mudanças**”. São Paulo: Pioneira, 1995.

GOUVINHAS, Reidson P.; COSTA, Paulo E. C.; **Desenvolvimento de um modelo de gestão do conhecimento para a melhoria do processo de desenvolvimento de produtos**; IV Congr. Bras. Gestão e Desenv. de Produtos; 6 a 8 de out de 2003; Gramado, RS, Brasil, 2003. p. 10.

JURAN, JOSEPH M. - “**A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**”. São Paulo: Pioneira, 1992.

LIEBOWITZ, J. MEGBOLUGBE, I., *A set of frameworks to aid the project manager in conceptualizing and implementing knowledge management initiatives, International Journal of Project Management, 2003.*

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção. São Paulo. Saraiva, 1998.**

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção. São Paulo. Saraiva, 2005.**

MILLER, E.; MACKRELL, J.; MENDEL, A.; PHILPOTTS, M. *PDM buyer's guide. 5.ed. Ann Arbor, CIMdata, 1994.*

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. - “**Criação de conhecimento na empresa**”. Rio de Janeiro, Campus, 1997.

OLIVEIRA, Cristiano B. M. Estruturação, **Identificação e Classificação de Produtos em Ambientes Integrados de Manufatura**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OMOKAWA, Rogerio, **Utilização de sistemas PDM em ambientes de engenharia simultânea: o caso de uma implantação em uma montadora de veículos pesados**. 152 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINARDI, Emerson Roberto; **Avaliação de novas tecnologias para otimização do desenvolvimento do produto.** 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas, 2005.

PIKOSZ, P. *Product data management in the product development process. Göteborg (Sweden). Thesis for the degree of licentiate of engineering – Machine and Vehicle Design,* Chalmers University of Technology, 1997.

PRASAD, B. *Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process development. v. I,* New Jersey, Prentice Hall, 1996.

STEWART, THOMAS - “**Capital intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas**”. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SWANTON, B. (1997). *Are PDM/EDM systems really controlling product data? The Report on Manufacturing, May,* p.3-17.

ROZENFELD, H et al. **Gestão de Desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

TEIXEIRA FILHO, J. - “**Gerenciando conhecimento: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento de negócios**”. Rio de Janeiro: Ed. SENAC, 2000.

TOLEDO, J.C., et al - **Modelo de Referência para Gestão do Processo de desenvolvimento de produto: Aplicações na indústria de autopeças.** Relatório de pesquisa (FAPESP) DEP/UFSCar, 2000.

APÊNDICE A
RELATÓRIO DE FICHA TÉCNICA DE PRODUTOS COMPLETO

APÊNDICE B
Manual do Usuário - Máquina Cilíndrica Toric Tool

ANEXO A**LISTA DE MATERIAIS - MAQUINA CILINDRICA TORIC TOOL**

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**