

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA ERP COMO**  
**SUORTE DE UM SISTEMA PDM: ESTUDO DE**  
**CASO**

FLAVIO HEGUEDUSCH FERREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR.-ING. KLAUS SCHÜTZER

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2007

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA ERP COMO**  
**SUORTE DE UM SISTEMA PDM: ESTUDO DE**  
**CASO**

FLAVIO HEGUEDUSCH FERREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR.-ING. KLAUS SCHÜTZER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2007

À

Minha família,

Especialmente a minha esposa Roberta,  
minha mãe Mafalda, e irmãs Solange e  
Luzia, aos meus filhos Flavio e Maria  
Julia e ao meu amigo Alves.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao orientador Professor Klaus Schützer pela colaboração, paciência oportunidade e pelo acompanhamento dedicado à minha formação.

Aos professores Paulo Cauchik e Paulo Rogério Politano por contribuírem de forma construtiva com este trabalho.

Ao professor Fernando Celso de Campos pela grande paciência e pela presença neste momento importante.

À minha esposa Roberta pela grande contribuição e suporte dado durante todo este trabalho, além de toda compreensão e aceitação necessárias nesta fase.

Ao meu filho Flavio pela alegria em todos os momentos e a minha filha Maria Júlia pela esperança do novo.

Aos diversos professores do e funcionários da UNIMEP que colaboraram na minha capacitação para o mestrado.

Aos meus amigos, que com paciência e total companheirismo sempre contribuíram em minha formação como pessoa.

Ao Pe José Gonçalves Filho† que fez tudo o que pôde para ter jovens vibrantes, dedicados e motivados para construir um país melhor.

Ao meu amigo José Aparecido Alves pelo trabalho contínuo e pela motivação de continuarmos na caminhada sem desanimar.

À minha mãe Mafalda que se dedica incansavelmente à prática do bem e em cuidar daqueles que poucos cuidam, os deficientes.

À minha irmã Luzia que me ensinou a respeitar os menos favorecidos e a aprender renunciar alguns momentos em prol dos outros.

À família da minha irmã, meus sogros e cunhados que tanto me incentivaram e ofereceram suas orações para que este trabalho fosse coroado com êxito.

À Gilson de Campos que se mostrou solícito e disposto a me auxiliar para que a apresentação alcançasse o objetivo desejado.

A meu país onde nasci, cresci e me tornei um cidadão.

A Empresa do estudo de caso pelo suporte e pelo incentivo nos estudos e no tempo disponibilizado e a Eva Buchsteiner pelo auxílio na formatação final.

E a Deus que tudo fez por mim e por nós, para assim contribuirmos na direção de um mundo melhor.

**HEGUEDUSCH FERREIRA, Flavio. Implantação de um sistema ERP como suporte de um PDM: Estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste.

## **RESUMO**

A adequação das empresas no ambiente em que estão inseridas é vista no meio empresarial como uma tarefa permanente e essencial em busca de melhores resultados para atender a demanda do mercado. A implantação de sistemas organizacionais é motivada por essa adequação e pelo uso de melhores ferramentas que disponibilizem nas organizações métodos eficientes de gestão. Para tanto existem alguns pontos a serem esclarecidos neste trabalho: 1) Requisitos de implementação de um PDM (*Product Data Management*) a partir do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*); 2) As limitações de um sistema EDM (*Electronic Data Management*) ou (*Engineering Data Management*) para fornecer o suporte adequado ao ERP; 3) Um estudo de caso para avaliar as possíveis integrações entre os sistemas ERP e PDM. Este trabalho realiza um estudo sobre os sistemas ERP e PDM / PLM (*Product Lifecycle Management*), demonstrando a necessidade de se seguir um modelo de implementação, discutido pela literatura, podendo assim colher os benefícios do mesmo. Apresenta ainda uma pesquisa sobre a interface entre os sistemas ERP e PDM / PLM e a integração entre eles e no final apresenta um estudo de caso de uma empresa de bens de capital. O estudo de caso mostra claramente os problemas da ausência de uma metodologia de implementação, e enfim uma proposta para estudos futuros e a avaliação das funcionalidades de um EDM em comparação a um PDM. Lista ainda os pontos divergentes entre a literatura e o estudo de caso e indica os pontos críticos na interface entre PDM e ERP.

**Palavras Chaves:** PDM; PLM; ERP; MRP; EDM.

**HEGUEDUSCH FERREIRA, Flavio. ERP system implementation as a support of PDM system: Studied Case.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

***ABSTRACT***

*The enterprise adaptation where they are is seen in management environment as a permanent and essential task for better results to fulfill the market demand. The system implementations is motivated by it and by the needs of better tools that make available in the organizations efficient methods of management, the best practices known and incorporated in corporative softwares. For this there are some open points to be clarified with research: 1) PDM Implementation requirements from ERP system; 2) EDM limitations to fulfill the right support to ERP; 3) An studied case in industrial goods to evaluate the possible integrations between ERP and PDM. This work studies ERP e PDM / PLM systems and the integrations between them, shows the needs to follow an implementation model, discussed in the literature, shows their benefits, presents the study about ERP and PDM interface, and in the end presents the case. The final chapter contains the results of the studied case, showing clearly the problems because of missing an implementation methodology, a proposal for future studies and the evaluation of PDM and EDM functionalities, compared to each other. And still list the divergent items between literature and the studied case and also indicates the critical points in the PDM and ERP interface.*

***KEYWORDS:*** PDM; PLM; ERP; MRP; EDM

## SUMÁRIO

|                                |   |    |
|--------------------------------|---|----|
| Agradecimentos                 | I   |    |
| Resumo                         | I   |    |
| <i>Abstract</i>                | I   |    |
| SUMÁRIO                        | I   |    |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | I   |    |
| LISTA DE QUADROS               | VI  |    |
| LISTA DE FIGURAS               | VII   |    |
| 1                              | INTRODUÇÃO  | 1  |
| 1.1                            | JUSTIFICATIVA   | 3  |
| 1.2                            | METODOLOGIA DA PESQUISA                                   | 4  |
| 1.3                            | OBJETIVOS   | 8  |
| 1.4                            | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO                                  | 8  |
| 2                              | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA                                     | 10 |
| 2.1                            | SISTEMAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS                   | 10 |
| 2.1.1                          | DEFINIÇÃO DE UM SISTEMA ERP                               | 12 |
| 2.1.2                          | APLICAÇÃO DE UM SISTEMA ERP                               | 14 |
| 2.1.3                          | PREPARATIVOS PARA A INSTALAÇÃO DO SISTEMA ERP             | 18 |
| 2.1.4                          | PREPARATIVOS PARA O USO DO SISTEMA ERP                    | 29 |
| 2.1.5                          | OS PRINCIPAIS CUIDADOS PÓS-ENTRADA EM PRODUÇÃO DO SISTEMA | 31 |
| 2.1.6                          | ALGUNS EXEMPLOS DE ESTRUTURA NECESSÁRIA PARA A EXECUÇÃO   | 36 |
| 2.2                            | SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DO PRODUTO                      | 41 |
| 2.2.1                          | DEFINIÇÃO DO PLM / PDM                                    | 44 |
| 2.2.2                          | APLICAÇÃO DE UM SISTEMA PDM                               | 58 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 2.2.3 | MELHORIAS CONTÍNUAS EM UM SISTEMA PDM   | 60  |
| 2.2.4 | TENDÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO NOS SISTEMA PDM                                   | 63  |
| 2.2.5 | DEFINIÇÃO DO EDM  | 66  |
| 2.3   | INTERFACE ENTRE ERP E PDM / PLM   | 69  |
| 2.3.1 | INTERFACES UNIDIRECIONAIS ENTRE ERP E PDM                                       | 70  |
| 2.3.2 | INTERFACES BIDIRECIONAIS ENTRE ERP E PDM  | 71  |
| 3     | ESTUDO DE CASO  | 78  |
| 3.1   | APRESENTAÇÃO DA EMPRESA   | 78  |
| 3.2   | INTRODUÇÃO DOS TRABALHOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS ERP E PDM                  | 82  |
| 3.3   | TRABALHOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS E CONCEITOS                               | 103 |
| 3.4   | TRABALHOS FUTUROS PARA FINALIZAÇÃO DO <i>TEMPLATE</i>                           | 110 |
| 4     | ANÁLISE FINAL   | 121 |
| 4.1   | PRINCIPAIS REQUISITOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PDM A PARTIR DO SISTEMA ERP        | 121 |
| 4.2   | PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DE UM SISTEMA EDM PARA FORNECER O SUPORTE ADEQUADO AO ERP | 122 |
| 4.3   | ANÁLISE DAS POSSÍVEIS INTEGRAÇÕES ENTRE O ERP E O PDM                           | 125 |
| 5     | CONCLUSÃO   | 128 |
| 5.1   | PROPOSTAS DE PESQUISAS PARA TRABALHOS FUTUROS                                   | 131 |
|       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | 132 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|      |   |
|------|---|
| AB   | <i>Auftrag Beschaffung - Sales &amp; Distribution for Capital Equipments</i><br>(vendas e distribuição para bens de capitais) |
| AS   | <i>Auftrag Steuerung - Planning</i> (planejamento)  |
| B2B  | <i>Business to Business</i> (negócios para negócios)  |
| BOM  | <i>Bill of Material</i> (lista de peças)  |
| BPO  | <i>Business Process Optimizer</i> (otimizador de processos de negócios)   |
| Brep | <i>Boundary Representation Structure</i> (Estrutura limite de Representação)  |
| CAD  | <i>Computer Aided Design</i> (projeto auxiliado por computador)   |
| CAE  | <i>Computer Aided Engineering</i> (engenharia auxiliada por computador)   |
| CAFD | <i>Computer-Aided Fixture Design</i> (projeto de dispositivos elétricos auxiliado por computador)                             |
| CAM  | <i>Computer Aided Manufacturing</i> (manufatura auxiliado por computador)   |
| CAPP | <i>Computer Aided Process Planning</i> (planejamento do processo auxiliado por computador)                                    |
| CEO  | <i>Chief Executive Office</i> (diretor executivo)   |
| CFO  | <i>Chief Financial Office</i> (diretor financeiro)  |
| CIO  | <i>Chief Informatic Office</i> (diretor de informática)   |
| CNC  | <i>Computer Numerical Control</i> (controle numérico computadorizado)   |
| CR   | <i>Controlling</i> (controladoria)  |

- CRM *Customer Relationship Management* (gerenciamento do relacionamento com o cliente)
- CRP *Capacity Requirements Planning* (planejamento dos requisitos de capacidade)
- CS *Corporate Solution* (solução corporativa)
- CSCW *Computer Supported Cooperative Work* (trabalho cooperativo auxiliado por computador)
- CSG *Constructive Solid Geometry* (Geometria sólida construtiva)
- DF *Data Function* (função de dados)
- DM *Data Management* (gerenciamento de dados)
- DRP *Distribution Resources Planning* (planejamento da distribuição de recursos)
- EBOM *Engineering Bill of Material* (Lista de materiais da engenharia)
- EC *Engineering Change* (mudança de engenharia)
- EDM *Electronic Data Management* (gerenciamento eletrônico de dados) ou *Engineering Data Management* (gerenciamento dos dados de engenharia)
- EK *Einkauf - Procurement* (suprimentos)
- ERP *Enterprise Resource Planning* (planejamento de recurso da organização)
- FB = FI *Finanz Beschaffung - Financial* (Finanças)
- FS *Fertigung Steuerung - Manufacturing* (manufatura)
- HDH *Heidenheim* (uma cidade na Alemanha)
- IEM *Integrated Enterprise Modeling* (modelamento integrado da

organização)

|                    |   |
|--------------------|---|
| IRR                | <i>Internal Rate of Return</i> (rateio interno do retorno)  |
| IT                 | <i>Information Technology</i> (tecnologia da informação)  |
| KD                 | <i>Konstruktion Dokumentation - Documentation</i> (documentação)  |
| KR                 | <i>Kontroll - Controlling</i> (controladoria)   |
| KS                 | <i>Konstruktion Steuerung - Enginnering</i> (engenharia)  |
| KRE                | <i>Krefeld</i> (cidade na Alemanha)   |
| LCC                | <i>Logistics Control Centre</i> (centro de controle logístico)  |
| LRP                | <i>Learning Resource Planning</i> (planejamento de recurso de aprendizado)  |
| MBOM               | <i>Manufacturing Bill of Material</i> (lista de matérias da manufatura)   |
| MM                 | <i>Material Management</i> (gerenciamento de materiais)   |
| MO <sup>2</sup> GO | <i>Method for Object-Oriented Business Process Optimization</i> (método para orientar a otimização de processos de negócio) |
| MPS                | <i>Master Planning Schedule</i> (Macroplanejamento)   |
| MRP                | <i>Material Requirements Planning</i> (planejamento das necessidades de materiais)  |
| MRPII              | <i>Material Resource Planning</i> (planejamento dos requisitos de materiais)  |
| MW                 | <i>Management Warehouse</i> (gerenciamento de estoque)  |
| NPV                | <i>Net Present Value</i> (valor presente)   |
| OEM                | <i>Original Equipment Manufacturer</i> (fabricante de equipamento)  |

original)

|     |  |
|-----|--|
| PBX | <i>Private Branch Exchanges</i> (mudanças privadas de filiais)   |
| PDM | <i>Product Data Management</i> (gerenciamento de dados de produto)   |
| PL  | <i>Project Leader</i> (líder do projeto)   |
| PLM | <i>Product Lifecycle Management</i> (gerenciamento do ciclo de vida de produto)  |
| PM  | <i>Project Management</i> (gerenciamento de projetos)  |
| PO  | <i>Process Owner</i> (dono do processo)  |
| PUR | <i>Purchase</i> (suprimentos)  |
| QM  | <i>Quality Management</i> (gerenciamento da qualidade)   |
| RAV | <i>Ravensburg</i> (cidade na Alemanha)   |
| RCC | <i>Rough Cut Capacity</i> (Macro capacidade de corte)  |
| ROI | <i>Return on Investment</i> (retorno sobre o investimento)   |
| RQP | <i>Right Quality Product</i> (produto de qualidade certa)  |
| S4P | <i>SAP for Paper</i> (SAP para a Paper)  |
| SAP | <i>Systems Applications and Products</i> (aplicações e produtos de sistemas)   |
| SCM | <i>Supply Chain Management</i> (gerenciamento do canal de suprimentos) ou <i>Steering Committing Meeting</i> (Reunião do comitê decisório) |
| SD  | <i>Sales &amp; Distribution</i> (vendas e distribuição)  |
| SE  | <i>Services und Ersatzteile - Service Center Business</i> (negócios em serviços de reparos e peças de reposição)                           |

|      |  |
|------|--|
| SFC  | <i>Shop Floor Control</i> (controle de chão de fábrica)                      |
| SME  | <i>Small to Medium Sized Enterprise</i> (pequenas até médias empresas)       |
| SOP  | <i>Sales &amp; Operation Planning</i> (planejamento de vendas e de operação) |
| STP  | <i>Saint Pölten</i> (cidade da Áustria)                                      |
| TI   | Tecnologia de informação   |
| UUI  | <i>Unified User Interface</i> (interface unificada do usuário)               |
| VOIS | Divisão de informática na Matriz   |
| VPCH | Unidade na China   |
| VPP  | Divisão <i>Paper</i> em São Paulo  |
| VPT  | Divisão <i>Turbo</i> em São Paulo  |
| VS   | <i>Versand</i> - Dispatching (expedição)                                     |
| VSH  | Divisão <i>Hydro</i> na matriz   |
| VSPA | Divisão <i>Hydro</i> em São Paulo  |

**LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1: Formas de implantar um ERP. Adaptado de [58].  | 20 |
| Quadro 2: <i>status</i> do fluxo e das responsabilidades para validação e criação dos conceitos. | 94 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: <i>Outline</i> da pesquisa .....   | 7  |
| Figura 2: Módulos Incorporados ao MRP e ao MRP II formando o ERP [13]. ....  | 11 |
| Figura 3: Fases para definição de um ERP (adaptado [64]) .....   | 22 |
| Figura 4: Três linhas de arquiteturas dos sistemas atuais (adaptado [64]). .....   | 23 |
| Figura 5: Fases de melhoria em um sistema ERP (adaptado [55]). .....   | 34 |
| Figura 6: Estrutura para a condução de um projeto ERP (adaptado de [46]). ....   | 38 |
| Figura 7: Parte da Estrutura para a condução de um projeto ERP (adaptado de [46]). .....   | 39 |
| Figura 8: Evolução das formas de gerenciamento de projeto de engenharia [1].   | 43 |
| Figura 9: Vários computadores conectados à mesma base de dados (adaptado de [69]). .....   | 45 |
| Figura 10: Exemplo de comunicação interna sem o uso de PDM (adaptado de [63]). .....   | 46 |
| Figura 11: Estrutura do banco de dados de um PDM – Cofre de segurança de acesso e de garantia da qualidade dos dados (adaptado de [58]). ..... | 48 |
| Figura 12: Dados de Desenvolvimento de um Produto (adaptado de [5]). .....   | 51 |
| Figura 13: Vista geral da aplicação de um <i>software</i> para desenvolvimento virtual do produto (adaptado de [4]). .....                     | 52 |
| Figura 14: Canais de processos em um desenvolvimento virtual do produto [5].   | 52 |
| Figura 15: Engenharia concorrente (adaptado de [5]). .....   | 53 |
| Figura 16: Engenharia simultânea (adaptado de [5]). .....  | 54 |
| Figura 17: Desenvolvimento colaborativo virtual do produto usando CSCW – Ferramentas (adaptado de [5]). .....                                  | 54 |
| Figura 18: Teste de um cilindro de um motor como fora aprovado no projeto colaborativo (adaptado de [5]). .....                                | 55 |
| Figura 19: Modelo de metodologia/ padrões de gerenciamento de sistemas de informação (adaptado de [28]). .....                                 | 56 |
| Figura 20: Estratégia de objetivos que norteiam os trabalhos (adaptado de [28]). .....   | 57 |
| Figura 21: Fatores chaves de desempenho de uma organização (adaptado de [58]). .....   | 59 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 22: Benefícios de se usar um PDM (adaptado de [58]).....   | 60 |
| Figura 23: Principais expectativas em relação ao métodos e ferramentas do<br>PLM [1].....                                       | 64 |
| Figura 24: Integração da voz dos clientes pela solução estendida do PLM [1]...  | 65 |
| Figura 25: Integração da voz dos clientes pela solução estendida do PLM [1]...  | 65 |
| Figura 26: Arquitetura do EDM [51].....   | 67 |
| Figura 27: Tipo de objetos e o fluxo de informação [51]. ....   | 68 |
| Figura 28: Nível conceitual de uma integração entre sistemas e usuários.<br>Adaptado de [71].....                               | 70 |
| Figura 29: Processo de operação dos dados entre PDM e o ERP. [71] .....   | 73 |
| Figura 30: Fase de integração entre o PDM e o ERP [70]. ....  | 75 |
| Figura 31: Fluxo dos dados e das atividades de integração entre o PDM e o<br>ERP [70].....                                      | 76 |
| Figura 32: PDM garante que todos os departamentos tenham acesso à mesma<br>base de dados no mesmo tempo (adaptado de [63])..... | 77 |
| Figura 33: Organização e estrutura de atendimento ao mercado. ....  | 78 |
| Figura 34: Distribuição das localidades, empregados e vendas por continente..   | 79 |
| Figura 35: Ordens recebidas, vendas e empregados em 2004 e 2005.....  | 80 |
| Figura 36: Uma ininterrupta sucessão de realizações técnicas de alto padrão. .  | 80 |
| Figura 37: Localidades da presença do grupo na América do Sul.....  | 81 |
| Figura 38: História da presença do grupo no Brasil. ....  | 82 |
| Figura 39: Máquina de papel fornecida à ANC. ....   | 82 |
| Figura 40: Principais marcos do projeto – 1ª fase.....  | 86 |
| Figura 41: Organização do projeto.....  | 87 |
| Figura 42: Decisão sobre se iniciar o projeto em outras localidades .....   | 88 |
| Figura 43: Planejamento do projeto – 1ª fase. ....  | 89 |
| Figura 44: Cronograma final do projeto.....   | 90 |
| Figura 45: Organograma proposto no início do projeto (23/04/2004).....  | 91 |
| Figura 46: Visão geral dos tipos de comunicação entre os membros do S4P ....  | 92 |
| Figura 47: Mapa de sistemas e as respectivas atividades executadas nestes. ...  | 93 |
| Figura 48: Organização final dos times.....   | 95 |
| Figura 49: Cronograma final do projeto.....   | 96 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura 50: Mapeamento dos sistemas e das interfaces após a primeira fase.....                 | 97  |
| Figura 51: Números de eventos/mês e de itens nos sistemas ativos antes da primeira fase. .... | 99  |
| Figura 52: Arquitetura dos sistema de manutenção do banco de dados .....                      | 99  |
| Figura 53: Processo de Comunicação entre os membros do projeto S4P.....                       | 100 |
| Figura 54: Mapeamento do SAP para o S4P, configuração para o 2ª fase. ....                    | 101 |
| Figura 55: Objetivos do S4P, para toda a organização.....                                     | 102 |
| Figura 56: Objetivos do S4P, para toda a organização.....                                     | 103 |
| Figura 57: Exemplo da árvore de um produto como conceito.....                                 | 104 |
| Figura 58: Exemplo da árvore de um produto no ERP.....  | 104 |
| Figura 59: Exemplo de terceirização dentro do grupo no ERP. ....                              | 105 |
| Figura 60: Interfaces entre os sistemas PLM e ERP.....  | 106 |
| Figura 61: Interfaces entre os sistemas PLM e ERP no <i>template</i> .....                    | 107 |
| Figura 62: Construção da estrutura do PLM com base no ERP. ....                               | 110 |
| Figura 63: Cronograma do projeto de São Paulo para a fase 2.....                              | 111 |
| Figura 64: Visão Geral dos principais marcos da fase 2. ....                                  | 111 |
| Figura 65: Organograma do projeto para a 2ª fase na localidade brasileira.....                | 113 |
| Figura 66: Visão Geral de transferência dos dados nas fases de um projeto. ..                 | 114 |
| Figura 67: Estrutura de transferência dos dados entre os principais sistemas. ....            | 115 |
| Figura 68: Padrões de componentes existentes na base de dados.....                            | 117 |
| Figura 69: Seleção do componente para o detalhamento do projeto.....                          | 118 |
| Figura 70: Regras de cópia para a área do projeto em desenvolvimento .....                    | 119 |
| Figura 71: Engenharia colaborativa e m um ambiente de um PDM [1].....                         | 124 |
| Figura 72: Arquitetura entre os sistemas ERP e PDM. ....                                      | 125 |

## 1 INTRODUÇÃO

A adequação das empresas no ambiente em que estão inseridas é vista no meio empresarial como uma tarefa permanente e essencial em busca de melhores resultados, e uma abertura e exposição da mesma a situações cada vez mais competitivas e repletas de ameaças e oportunidades. A implantação de sistemas organizacionais é motivada por essa adequação e pelo uso de melhores ferramentas que disponibilizem nas organizações métodos eficientes de gestão, e melhores práticas conhecidas e introduzidas em *softwares* corporativos [1]. Porém a decisão que as levam ao processo de optarem por um sistema e colocá-lo em funcionamento deverá estar motivada por interesses que atendam tanto aos clientes e aos diversos fornecedores, quanto a própria organização, como um todo. Desta forma, a seleção em si mesma, estará carregada de variáveis, com valores particulares para cada organização e ao mercado onde ela atua e implicará na abrangência, na profundidade dos resultados esperados e no grau de aderência do sistema escolhido em relação ao escopo de atividades e processos atendidos pelos diversos sistemas nelas existentes [34].

As rápidas respostas para as mudanças de mercado têm sido uma estratégia crítica para os negócios das empresas no cenário globalizado e competitivo no ramo das manufatureiras [71].

A necessidade de redução de *Lead Time* (tempo de fornecimento) do projeto à fabricação tem obrigado os empresários a mudar a velocidade de execução dos processos e até mesmo alterar os mesmos [24].

O projeto do produto ocupa a maior parte de todo o período de desenvolvimento de máquinas de bens de capital e precisa ser considerado como um elemento crítico que mereça maior atenção por parte das empresas e de todos os que participam deste desenvolvimento, até que o mesmo chegue completamente definido para a fabricação ou aquisição dos itens descritos nas

listas de peças (*BOM – Bill of Material*) [65] [71]. Essa necessidade de encurtar o tempo gasto na execução destes projetos tem recebido uma atenção especial. O ganho de velocidade, a qualidade de informação e o reaproveitamento de desenhos e documentos são pontos necessários para a redução do tempo de um projeto [54].

A integração de vários tipos de aplicativos de negócios tem atraído muita atenção no mercado de negócios para negócios (*B2B – Business to Business – negócios para negócios*) e a integração das funções de planejamento de produção e das funções da engenharia de projeto é uma importante área que tem sido tratada por muitas organizações [3] [65] [70].

Como nas empresas de maquinário de bens de capital não se tem uma configuração padrão como ocorre nas empresas do ramo automotivo, eletro-eletrônico, máquinas ferramentas etc., na qual o projeto antecede a fabricação dos itens seriados que serão comercializados em catálogos e ou expostos para o consumo, elas precisam projetar para a fabricação diretamente [5] e a evolução das funcionalidades e da qualidade dos projetos são incorporadas no decorrer de outros que ainda estão em andamento ou somente nas próximas vendas. Esta diferença impede que essas empresas testem e desenvolvam os protótipos como um todo. Somente melhorias pontuais são possíveis e são testadas por um bom período para a comprovação dos resultados da inovação. Com este modelo não é usual a utilização de uma lista de peça padrão, mas uma série delas que representam a gama de máquinas já fabricadas e com resultados comprovados de eficiência. Destes modelos é que hoje são iniciados os projetos de máquinas deste porte.

Hoje todo o histórico dos projetos desde a engenharia até a sua colocação em funcionamento, assim como a obtenção do resultado esperado em garantia é guardado em diferentes bases de dados. Não há uma ligação entre essas informações e o reaproveitamento das evoluções obtidas em cada projeto. Isto depende única e exclusivamente do conhecimento do profissional envolvido. Esse conhecimento é a grande chave para o sucesso destes tipos de empresas e o reuso da informação é por vezes perdido, o que leva à repetição

de alguns erros anteriormente corrigidos.

Diante do desafio de substituir os sistemas de gerenciamento da empresa localmente pelo proposto pela matriz, foi constituído um grupo para coordenar as atividades para a substituição dos sistemas operacionais pelo mesmo do da matriz e ainda manter o negócio da empresa funcionando adequadamente após a colocação do sistema em produção [69].

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

As diversas lições aprendidas e melhores práticas nas mais diversas áreas, como: engenharia, controladoria, vendas, distribuição, gerenciamento de estoques, gerenciamento de fornecimento, manufatura, recursos humanos, financeira, contábil, manutenção, gerenciamento de documentos e de desenhos, etc., nortearam e nortearão o desenvolvimento contínuo destes sistemas. As empresas, de micro a grandes, podem assim compartilhar deste desenvolvimento e mudar a sua forma de atuar em todas as áreas atendidas pelos mesmos, trazendo melhorias na forma de gerenciar as empresas com a introdução de novos processos e rotinas que aliadas à integração entre sistemas específicos e dedicados, a certas áreas organizacionais, dão sustentação a um melhor aproveitamento dos recursos disponibilizados corporativamente [27].

Com a crescente pressão sobre as empresas para que as mesmas estejam preparadas para competir num mercado globalizado, no qual uma grande parte destas empresas está inserida e com a expectativa do mercado de poder receber melhores equipamentos que os fornecidos anteriormente, num espaço de tempo cada vez menor, fica evidenciado que as mesmas precisam de ferramentas melhores, pessoas mais treinadas e processos mais eficientes [62].

Todo este processo tem feito com que as grandes corporações juntem seus recursos, esforços e talentos para responderem ao mercado com uma qualidade muito maior que a dos concorrentes. Estes recursos são

encontrados internamente, ou adquiridos no mercado, também por meio de treinamentos para capacitação dos funcionários, ou ainda por meio de ferramentas que tragam melhores resultados internos e que se ajustem ao modelo de gestão da organização ou aos melhores modelos disponíveis no ambiente empresarial [71].

Buscando um caminho de melhorias vindas de diversas áreas, os sistemas ERP começaram a atrair e continuam atraindo muitas organizações, para que as mesmas usufruam toda inteligência já programada nos mesmos.

O trabalho de mudança ou substituição destes sistemas é muito grande e requer cuidado e um meticuloso gerenciamento por parte da empresa que pensa em tê-lo funcionando num curto prazo, no custo previsto e com a qualidade e eficiência esperadas. Para acompanhar esta fase, a literatura fornece modelos de implementação que garantem resultados atraentes para este empreendimento [31].

Além dessa iniciativa de implementar um ERP, outra que agrega valor à empresa e melhora o fluxo de informação e de documentos, além de viabilizar a engenharia simultânea, é a disponibilização de uma ferramenta de PDM / PLM [50].

Esta simultaneidade de implementações, ERP e PLM, garantem vantagens melhores do que a utilização de ferramentas caseiras e *softwares* mais encorpados. Isto é, *softwares* mais preparados para atender corporações de grande porte, com subunidades, fornecedores e clientes espalhados pelo mundo todo, e com melhores práticas para empresas que têm negócios tanto na manufatura quanto na engenharia de produtos não seriados, para terem e oferecerem ao mercado um padrão de trabalho melhor que o oferecido atualmente.

Neste contexto temos o estudo de caso para uma empresa de bens de capital que será apresentado neste trabalho.

## 1.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo apresenta o método utilizado para conduzir a pesquisa, ou seja, quais são os elementos necessários e como utilizá-los para que os objetivos sejam atingidos. Portanto, é por meio da metodologia que são determinadas as técnicas, os métodos e os procedimentos de estudos a serem utilizados pelo pesquisador.

As pesquisas devem ser classificadas conforme os objetivos e os procedimentos técnicos utilizados.

Segundo Gil, as pesquisas com bases em seus objetivos são classificadas como: pesquisas exploratórias; pesquisas descritivas e pesquisas explicativas [21].

A pesquisa deste trabalho foi realizada em uma empresa do ramo Metal - Mecânica, localizada na capital de São Paulo. Esta pesquisa é definida como exploratória, porque tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo mais evidente e específico.

Pode-se dizer que as pesquisas exploratórias têm como objetivo principal um melhor entendimento das possíveis soluções. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos referentes ao problema em estudo [21].

Para classificar esta pesquisa, com base nos procedimentos técnicos, para atingir o objetivo geral do trabalho, optou-se por uma metodologia de estudo de caso, que possibilitou a análise teórica e prática do assunto abordado por meio de uma tabela de avaliação comparando a coleta dos dados na empresa com a respectiva base teórica.

Segundo Gil, o estudo de caso é caracterizado pelo estudo exaustivo de um ou de poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos considerados [21].

Segundo Yin, o estudo de caso pode ser exploratório, explanatório ou

descritivo e é utilizado em muitas situações tais como: política, pesquisa em administração pública, sociologia, estudos organizacionais e gerenciais. Na estratégia de estudo de caso, a forma da questão de pesquisa está centrada no “como” e no “por quê”, focalizando acontecimentos contemporâneos, não exigindo controle sobre eventos comportamentais [72].

A essência de um estudo de caso, é tentar esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, discutindo o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e quais resultados foram obtidos [72].

Os sujeitos da pesquisa foram constituídos por relatórios de acompanhamento do projeto de implementação dos sistemas ERP e PLM na fase 1 e dos modelos discutidos com a matriz para a fase 2 ainda em fase primária de implantação.

A investigação deve abordar e analisar a realidade empírica na busca do conhecimento e compreensão das necessidades e expectativas da empresa relativamente ao modelo de implementação e à garantia da qualidade e integridade da troca de dados entre os sistemas ERP e PDM.

O presente trabalho conta também com uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto.

Para Severino, a pesquisa bibliográfica deve ser realizada paulatinamente à medida que o estudante toma contato com os livros ou os informes sobre o tema [59].

Cruz e Ribeiro destacam que a pesquisa bibliográfica é as citações das fontes bibliográficas efetivamente utilizadas no texto da pesquisa [13].

Entende-se que uma pesquisa bibliográfica pode compreender a forma como se devem processar os fenômenos observáveis, descrevendo sua estrutura e o funcionamento de acordo com as normas da metodologia científica.

Marconi e Lakatos tratam a pesquisa bibliográfica como o levantamento de toda bibliografia já publicada, em formas de livros, revistas, publicações

avulsas e imprensa escrita. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre o determinado assunto, permitindo o reforço paralelo na análise de suas pesquisas [38].

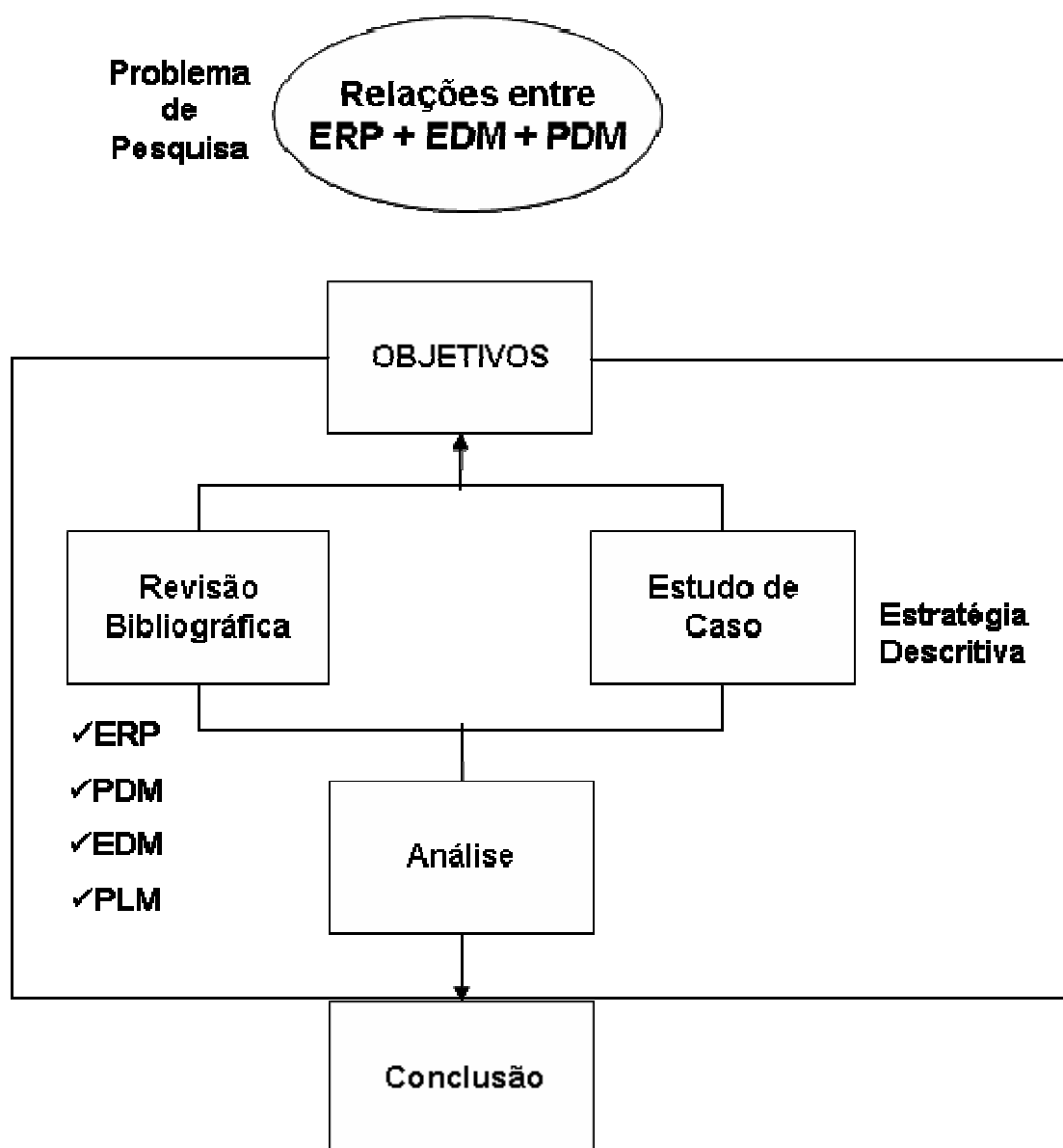


Figura 1: *Outline* da pesquisa

A Figura 1 permite resumir as etapas que foram seguidas desde o início deste trabalho até a compilação das informações disponíveis e a conseqüente obtenção dos resultados. Partindo da identificação do problema de pesquisa, passando pelas relações entre os sistemas ERP, PDM e EDM, estabelecendo o objetivo principal deste trabalho, utilizando-se da referência bibliográfica e do



estudo de caso para assim, analisar os pontos relevantes desta dissertação e poder finalmente concluir este estudo.

### 1.3 OBJETIVOS

A partir da contextualização apresentada e de um problema de pesquisa envolvendo as relações entre ERP & EDM & PLM, duas perguntas foram elaboradas como tentativas de direcionamento de resposta:

- Como o sistema ERP pode se tornar um sistema suporte ao sistema PLM?
- Por quê um sistema EDM não atende de forma adequada o suporte ao ERP?

As respostas a essas perguntas levarão ao objetivo deste trabalho que é **“avaliar as possíveis integrações entre os sistemas ERP e PDM”**.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo é constituído pela introdução, justificativa, metodologia de trabalho, objetivo e estrutura do trabalho. Esse capítulo busca facilitar o entendimento do leitor dos caminhos utilizados para descrever o problema de pesquisa e os passos que foram estruturados para dar uma resposta tecnicamente correta e um bom planejamento para a base teórica e para a análise e conclusões finais.

No segundo capítulo, é realizada a revisão da literatura, ou seja, um estudo referente aos sistemas ERP, EDM e PLM e sobre a interface entre eles. Esse capítulo foi escrito baseado em 76% de referências bibliográficas estrangeiras e 24% nacionais. Essas referências foram importantes para o correto entendimento dos referidos sistemas e para a busca de estudos que colaborassem na conclusão desta dissertação. Além de contribuírem para um entendimento mais amplo do contexto em que esses sistemas são usados.

No terceiro capítulo, é apresentado a empresa e um estudo de caso realizado na mesma, caracterizando a organização, a implantação e o desenvolvimento do sistema integrado ERP e também do sistema PDM. Como esta base teórica foi introduzida para validar e confrontar o estudo de caso com as referências estudadas. Aqui ficou clara a divergência entre ambos, e em alguns pontos relevantes em que a falta dos mesmos podem e comprometem o resultado final de uma implementação bem sucedida.

O quarto capítulo é composto pela análise das possíveis integrações entre o ERP e o PDM. Por este capítulo passou-se a principal contribuição do trabalho aqui apresentado. Pode-se verificar como utilizar ambos os sistemas interligados para o melhor resultado na empresa, além de mantê-la competitiva em mercados altamente competitivos.

O quinto capítulo é composto pela conclusão, considerações finais e proposta para trabalhos futuros. Nele ficou evidenciado o que pode comprometer um trabalho longo e com influência em todos os departamentos de uma empresa e da organização como um todo. Vale destacar que só boa vontade não leva o bom termo um trabalho desta natureza, mas antes um bom direcionamento e conhecimento do trabalho a ser iniciado pela organização.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda os diversos pontos apresentados na literatura que tratam dos sistemas ERP e PDM / PLM e o ponto de convergência entre eles. A maturidade destes sistemas, no decorrer dos anos, e a forma de atuação de cada um deles, na área a que se propõem, também será tratada. No final desta revisão bibliográfica será possível ter um bom entendimento destes *softwares* e a prioridade que ganharam ao longo do tempo dentro das grandes organizações.

### 2.1 SISTEMAS ORGANIZACIONAIS E OPERACIONAIS

Na década de 60 os sistemas de manufatura focavam no controle de inventários e na manutenção automática dos armazéns. O objetivo principal era avaliar a disponibilidade de peças no estoque. Na década de 70 surgiram os primeiros sistemas MRP (*Material Requirements Planning* – planejamento das necessidades de materiais), dando informações sobre o macroplanejamento da produção para um determinado grupo de itens. Eles eram baseados nos dados da lista de peças da engenharia e também o inventário atual para calcular as requisições dos materiais necessários para produzir estes bens, e sugeriam um prazo para o abastecimento do inventário. Desde que os MRP puderam ser ajustados no tempo, eles puderam promover os reaprazamento das necessidades. A grande vantagem destes sistemas foi o controle preliminar dos inventários e a capacidade para projetar a disponibilidade versus os recursos requeridos, e no caso de não se ajustarem, planejar devidamente as ordens [13] [66].

Os sistemas MRP-II (*Material Resource Planning* – planejamento dos requisitos de materiais) substituíram os MRP nos anos 80. Enquanto o MRP era apenas para garantir a disponibilidade de estoque suficiente, o MRP-II foi além. Ele

proveu técnicas adicionais para planejar todos os aspectos de uma empresa de manufatura do planejamento operacional em termos de unidades, até o planejamento financeiro em termos de valores monetários, contabilizando o número de funcionários. Mais para frente veio com a capacidade de criar relatórios e responder certas questões como, “o que” e “se” [13] [66].

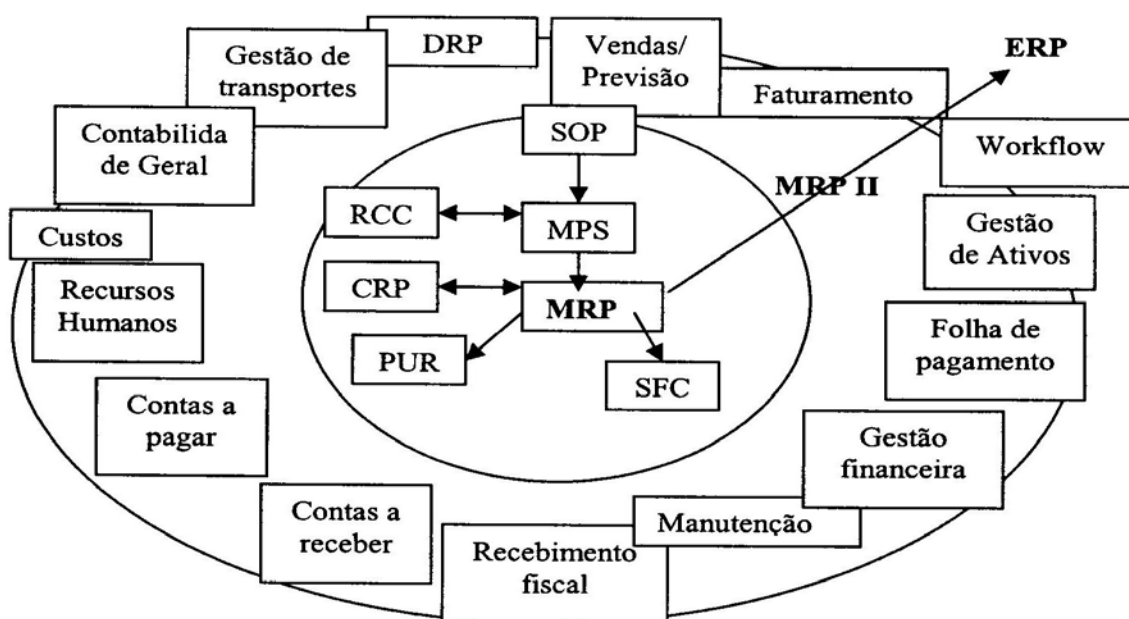


Figura 2: Módulos Incorporados ao MRP e ao MRP II formando o ERP [13].

Os sistemas ERP estenderam os MRP-II para acomodar outros negócios além de manufatura, como distribuição e serviços, como mostra a Figura 2. No começo a base era em *mainframe*, mas como os usuários se multiplicaram, inclusive com acessos remotos, a performance destes sistemas se tornou um gargalo. A solução deste problema só foi possível com o desenvolvimento de novos servidores, que ofereciam vantagens como: 1- funcionalidade de cliente / servidor; 2- disponibilidade de *hardwares* por *commodities*; e 3- sistemas do tipo cliente / servidor com maior escalabilidade que os sistemas *mainframe*. Mais recentemente a outra contribuição tecnológica foi a possibilidade de acesso via internet e por este caminho temos o SCM (*Supply Chain Management* (gerenciamento do canal de suprimentos) ou *Steering Committing*

*Meeting* (Reunião do comitê decisório) e o CRM (*Customer Relationship Management* – gerenciamento do relacionamento com o cliente), que foram incluídos nos pacotes dos novos ERP. Não mais em *mainframe*, houve a migração destes sistemas e inclusive as mudanças necessárias de linguagem e de base de dados para se adequarem às novas tecnologias [13] [66].

Os maiores fornecedores de sistemas ERP são: SAP (*Systems Applications and Products* - aplicações e produtos de sistemas), JBOPS (J.D. Edwards e Co.), Baan, Oracle, PeopleSoft, Microsiga e Magnus (DataSul).

### **2.1.1 DEFINIÇÃO DE UM SISTEMA ERP**

*Softwares* são projetados para suportarem determinadas tarefas ou atividades dentro de um campo bem definido de atuação, para os sistemas ERP é possível encontrar as seguintes definições apresentadas abaixo:

ERP é um sistema projetado para suportar e automatizar os processos de negócios de uma empresa, incluindo manufatura, folha de pagamento, finanças. Tem a idéia de ter uma complexa rede de processos [30] [66].

ERP é um sistema muito padronizado que emprega uma simples base de dados lógica para toda a empresa, exigindo assim dados padronizados. Isto requer uma padronização dos processos que farão parte do novo sistema [20].

É um sistema abrangente, integrado que maneja ou gerência processos de negócios e estoca os dados para um número significativo de unidades e funções de negócios. ERP são sistemas em pacotes, o que significa que eles são desenhados com uma classe de organizações em mente e então implementados em um número de organizações diferentes. Eles permitem algumas adaptações de processos de negócios para serem usadas em algumas organizações específicas, mas somente dentro de limites fixados, definidos após todos os processos de negócios serem desenhados para trabalharem juntos usando um simples banco de dados partilhado e preparado [19].

Todos os sistemas ERP possuem limitações e portanto, esses limites devem ser verificados na fase de estudo do sistema e alternativas externas devem ser pensadas para compensar o não atendimento de algumas funções ou atividades na organização. Além do que, deve-se verificar a aderência das alternativas pensadas com o sistema a ser adquirido.

Uma outra contribuição da literatura é que ERP é um termo usado para descrever um *software* de negócios que é: 1) Multifuncional no escopo, 2) integrado por natureza e 3) modular na estrutura [45].

O *software* ERP se esforça para integrar todos os departamentos e funções de uma companhia por meio de um simples sistema de computador que pode servir todos aqueles departamentos que têm a necessidade particular de usá-lo. Cada um dos departamentos tipicamente, tem seu próprio sistema de computador para o caminho particular que o departamento faz o trabalho dele. O sistema ERP combina os dados dentro de um programa simples e integrado que roda na base de dados, fazendo facilmente assim os departamentos partilharem as informações e comunicações entre eles. Esta parte integrada pode ter um tremendo retorno se as companhias instalarem o *software* corretamente [31].

Para que toda vantagem oferecida por esse sistema seja sentida pela organização, precisa-se do envolvimento das pessoas corretas e um acompanhamento das atividades a cada etapa que será descrita mais abaixo.

Um sistema ERP também é definido como um sistema unificado de informações, executando todas as atividades de processar as informações de uma companhia e realizando uma integração da corporação inteira. São *softwares* quase sempre padronizados. A padronização e a estrutura da customização aumentam a complexidade deles. Eles processam uma quantidade muito grande de transações de negócios, planejam recursos das empresas, fornecem diferentes informações para o corpo gerencial para as tomadas de decisões e as suportam [64].

Aqui fica clara a complexidade de um sistema ERP e da necessidade de pessoas que conheçam bem os módulos que fazem parte do escopo do sistema. Sem esses especialistas é possível que possa ser perdido muito tempo e dinheiro numa investida solo de uma empresa que deseje implementá-lo internamente sem a participação de um grupo de *experts* nas diversas áreas do sistema selecionado. Priorizar a participação coletiva das pessoas de negócios, pessoas da área de suporte de TI (tecnologia de informação) e de consultores de sistemas e principalmente da empresa destacar um Gerente de Projetos e de Processos acompanhado por Gerente de Implementação de Sistemas ERP fará a diferença na condução dos trabalhos de implementação.

O entendimento de ERP compreende desde um conjunto de programas de computador até um sistema de informação gerencial que visa apoiar as decisões estratégicas da empresa. A base de dados única permite que a mesma informação seja compartilhada por toda a empresa, reduzindo os problemas de inconsistência e duplicidade e conferindo confiabilidade às informações do sistema. O ERP armazena as informações da empresa em um banco de dados corporativo e é constituído por vários módulos que suportam todas as áreas de uma empresa. Por se tratar de um sistema genérico, independe do fato de a empresa que o adotará ser de manufatura ou prestadora de serviços. Como o sistema permeia toda a empresa, as informações que por ela circulam podem ser acessadas em tempo real, por qualquer área [13] [42].

Nestas referências, vê-se a capacidade do sistema de manter e uniformizar a informação que circula pela empresa. A garantia de se ter os mesmos dados em qualquer departamento faz com que o ERP tenha uma vantagem competitiva muito grande e isto é colocado a disposição de toda a organização.

### **2.1.2 APLICAÇÃO DE UM SISTEMA ERP**

São várias as razões que levam uma empresa desejar implementar um sistema ERP como este. Em seguida são apresentadas várias referências relacionando o que se pretende com os mesmos.

Um dos pontos desejados com estes tipos de sistema é produzir com custos menores, aumento das receitas e uma maior habilidade de se competir globalmente. Redução de custos de inventários, de custos de matéria prima, do tempo de fornecimento para os Clientes, do tempo e dos custos de produção [61].

Esta tecnologia está provando ser um diferenciador num já diferenciado mercado aquecido e competitivo [9].

Segundo Kapp, Latham, e Ford-Latham [42], o sistema ERP precisa exibir certas características e estas serem perceptíveis, como:

- i. Oferecer uma relativa vantagem sobre o sistema anterior;
- ii. Tem que ser compatível com a atual missão e meta da companhia;
- iii. Tem que passar a impressão de não ser muito complicado;
- iv. O usuário tem que ter a chance de se familiarizar com o sistema antes de ele ser ativado, e
- v. O usuário precisa saber com antecedência como o sistema trabalha.

Mendes e Escrivão Filho discutiram que a integração da empresa, facilitada pelo uso do ERP, é decorrente de alguns fatores, como: possibilidade de a empresa operar com um único sistema de informação que atenda a todas as áreas, armazenando dados em um banco de dados único e centralizado e com orientação a processos. Os processos, implementados no sistema, não se restringem a uma área ou departamento, quebrando barreiras impostas pelas estruturas departamentais [42].

No que se refere ao controle da empresa, o ERP, por sua concepção, impõe sistematização no lançamento das informações, permitindo o controle em tempo real. Assim o sistema sempre refletirá a situação atual da empresa. Os resultados esperados podem ser agrupados em: [13] [19] [42]



- i. Evolução da base tecnológica que permite:
  - Redução no tempo de processamento das informações; obtenção das informações em tempo real; e agilidade nas tarefas da empresa, pela otimização e uniformização dos procedimentos internos.
- ii. Integração entre as diversas áreas da empresa:
  - Auxiliada pela adoção de um único sistema em toda a empresa; auxilia o controle e integridade das informações, pois elimina redundância dos dados e permite a redução do fluxo de papéis.
- iii. Impacto no controle e gestão da empresa que pode ser percebido por:
  - Diminuição no retrabalho de tarefas administrativas; melhoria no desempenho da empresa; crescimento da empresa, possibilitado pelo controle em suas tarefas; centralização das atividades administrativas; otimização da comunicação; tomada de decisões com informações obtidas em tempo real; e maior comprometimento e responsabilidade do funcionário no apontamento.
- iv. Impacto na administração de recursos humanos da empresa, percebido por:
  - Redução de custos por meio da redução de mão-de-obra e de horas extras; racionalização de recursos; e melhoria do nível técnico dos funcionários em informática [19], [42].

Segundo Szitás, o sistema precisa fornecer a automatização de certas rotinas de atividades padrões, como: gerenciamento de inventário; aprazamento da produção; distribuição de carga; e em adicional todos os cheques e controles destas funções. Mapeamento de todos os processos. Arquivo de dados. Criação de listas e de relatórios. Análises de tendências, simulações e pesquisas, e subsidiar a tomada de decisões críticas para visualizar o futuro da organização pelo corpo gerencial e diretivo da mesma [64].

Para Koch, o sistema melhora o caminho que a empresa direciona a ordem do Cliente e a processa internamente até a fatura e a receita. Sendo o ERP uma retaguarda para a execução e controle dos negócios da empresa. O sistema proporciona o acompanhamento de todos os passos automaticamente pelo caminho que leva ao cumprimento da ordem. Pessoas de diferentes departamentos podem ver a mesma informação e podem atualizá-la quando necessário. Quando um departamento encerra a ordem esta é automaticamente encaminhada ao próximo departamento. Para saber em que fase se encontra a ordem basta se logar no sistema e procurar no histórico da mesma. O sistema fixará na empresa as seguintes fases: Integrar a informação financeira; integrar a informação da ordem do meu cliente; padronizar e aumentar a velocidade dos processos de manufatura; reduzir inventário; padronizar as informações de Recursos Humanos [27], [31].

Cardoso e Souza mostram que um benefício é a utilização de um só sistema integrado com um banco de dados único e com a mesma linguagem de programação ao invés de se utilizar vários sistemas não integrados e com diversas bases de dados diferentes. Além da utilização de diversas linguagens de programação, o que acarretam inúmeros problemas de recursos, de fornecedores e de interfaces [10] [22].

Outra vantagem sentida pelos usuários é o aumento da velocidade interna na execução dos processos e o controle torna-se mais fácil, uma vez que, estando todas as informações armazenadas no sistema, pode-se verificar o desempenho das várias áreas da empresa. Também permitir a tomada de decisões melhores e mais rápidas e baseada em informações de alta confiabilidade, consistentes e em tempo real [49].

Na opinião de Murphy e Simon o sistema pretende ser um *software* apropriado para uma organização que está procurando os benefícios da integração de processos de negócios e as melhores práticas contemporâneas presentes neste sistema [45].

Gattiker e Goodhue observam a melhora no fluxo de informação por intermédio

das subunidades; padronização e integração que facilitam a comunicação e possibilita uma melhor coordenação; elimina a necessidade de reconciliação entre as subunidades, a redução no custo administrativo da informação distribuída internamente e externamente, desde que se elimine a intervenção manual na elaboração dos relatórios-chaves da organização, uma melhora no tempo para a obtenção da informação, a padronização dos processos e a integração dentro das subunidades da empresa [19].

### **2.1.3 PREPARATIVOS PARA A INSTALAÇÃO DO SISTEMA ERP**

Para estes tipos de sistemas é necessário muito cuidado para se ter uma instalação bem sucedida e que faça a organização usufruir os benefícios que os mesmos oferecem. Seguem abaixo fatores importantes no tocante aos preparativos que as empresas precisam organizar durante esta fase.

Vários fatores influenciam os custos e os benefícios de um ERP que as organizações estão experimentando. Por isso, tentando endereçar fatores importantes que impactam na implantação de ERP, sugere-se duas características organizacionais que tem recebido atenção insuficiente nas literaturas de ERP: Interdependência e diferenciação. A alta interdependência entre as subunidades organizacionais, contribui para um efeito positivo relativo ao ERP e por causa da habilidade de coordenar atividades e de facilitar o fluxo de informações durante essa fase. No entanto, quando a diferenciação entre as subunidades é alta, as organizações podem incorrer no compromisso do ERP ou nos custos projetados. Por esses caminhos fica-se aberto o caminho para se prever o impacto do ERP, particularmente em cada localidade [20].

As empresas precisam cuidar, com muita atenção, quando a mesma possui unidades em vários países, principalmente em vários continentes, a diferenciação entre as unidades aumenta de forma grandiosa, podendo até fazer com que o projeto sofra atrasos ou que certas localidades operem com mais dificuldades que antes de se ter um sistema corporativo. A diferenciação deve ser considerada no modelo principal do sistema e oferecer a possibilidade de se trabalhar de forma independente para certos processos. [22]

Para Gaicoigne a complexidade destes sistemas deve levar à coordenação a reduzir alguns tipos de inovações relativas às áreas que o recebe. Isto deve ser apenas mais do que tempo e treinamento que são requeridos para os usuários locais. Eles poderão estar mais confortáveis e proficientes o suficiente, para então fazerem inovações locais ou simplesmente não ter inovações, devido a complexidade que as mesmas possam apresentar [19].

Uma preparação para a implementação de um ERP passa pelo diagnóstico na área de sistema da empresa, em que se verifica o nível de informatização, o atendimento às necessidades dos usuários e principalmente, o grau de integração dos sistemas existentes. Essa preparação pode se basear em questões como: impacto no processo de negócios da companhia; necessidade de flexibilidade no atendimento à dinâmica do mercado; os custos envolvidos; e o domínio tecnológico. Um levantamento dos requisitos dos sistemas de processamento de dados de cada área de negócio da companhia, organizados segundo a importância dos mesmos para a empresa. O gerente de implantação deve acompanhar os prazos, auxiliar na definição do escopo das modificações e não perder o foco do projeto. Os funcionários envolvidos devem ter bom conhecimento da empresa e das modificações que estão sendo introduzidas [42] [62].

Outra preparação para a implantação de um ERP é o levantamento detalhado dos pontos críticos dos processos de negócio da companhia e a forma com que os eles podem tratar essas questões isoladamente, a isso se dá o nome de mapeamento de aderência. A necessidade de contratação de consultores experientes que conheçam de parametrização, customização e treinamentos são fatores de sucesso nesta fase. A escolha da metodologia a ser empregada para se colocar o sistema no ar também é uma decisão muito importante, sendo elas: *Big-bang*, *Small-Bang* e Fases ou operação assistida (em paralelo), que levam em consideração as limitações de recursos, equipe de projetos, número de módulos que serão implementados e em quais localidades. Um resumo dessas metodologias é mostrado no Quadro 1 [62].

|                   | <b>Definição</b>  | <b>Riscos</b>   | <b>Vantagens</b>   |
|-------------------|---|---|--|
| <b>Big-bang</b>   | É feito de forma direta, sem um processo de transição. Para no sistema antigo num determinado momento e se inicia o uso do sistema novo logo na seqüência.  | -Possibilidade de parar a empresa, caso haja problemas com o novo sistema.<br>-É muito difícil voltar para o sistema anterior.<br>-Grande necessidade de esforço por parte da equipe na etapa de estabilização em atender toda a empresa.   | Há mais motivação para enfrentar os momentos iniciais da operação.<br>-Elimina a necessidade da construção de interfaces.<br>-Cria um “senso de urgência” que facilita o estabelecimento de prioridades. |
| <b>Small-bang</b> | Parecido com o anterior, diferindo somente na quantidade de módulos. Neste não se implementa todos os módulos de uma única vez.   | -Possibilidade de parar a fábrica, caso haja problemas com o novo sistema.<br>-É muito difícil voltar para o sistema anterior.<br>-Há necessidade de construção de interfaces.  | Há mais motivação para enfrentar os momentos iniciais da operação.<br>-Cria um “senso de urgência” que facilita o estabelecimento de prioridades.  |
| <b>Fases</b>      | A metodologia é definida pela utilização dos sistemas, antigo e novo, em paralelo, até que alguns módulos, os principais, já apresentem um bom desempenho e uma boa confiabilidade. A partir deste momento se define o que pode ser desligado ou se desliga totalmente. | -Há necessidade de construção de interfaces.<br>Não há envolvimento simultâneo de toda a empresa.<br>-Não-consolidação, nos primeiros módulos, das necessidades dos módulos seguintes.<br>Possibilidade de ser necessária a mudança em módulos já estabilizados, por necessidades dos módulos seguintes.<br>-Ocorrência simultânea de processos de implementação e estabilização. | -Menor possibilidade de parar a empresa.<br>Maior possibilidade de “voltar atrás”.   |

Quadro 1: Formas de implantar um ERP. Adaptado de [62].

A preparação de planos de contingência para eventuais alterações no projeto em decorrência de fatores críticos (tais como atraso de etapas, alteração na ordem da implementação de módulos ou plantas etc.) não pode ser esquecida nesta fase, assim como, testar a integração entre os módulos e os fechamentos (diários, semanais, mensais, anuais) de cada um deles [41] [62].

Esta etapa de implantação de um sistema ERP apresenta inúmeros e complexos fatores que podem comprometer o sucesso de todo o projeto, quer seja em termos de cumprimentos de prazos, quer seja com custos ou resultados. Existem três principais pontos de preocupação: 1) funcionalidade, que consiste na adequação do sistema aos processos da empresa; 2) resistência organizacional; 3) tecnologia [49].

Além desses cuidados citados acima, uma análise criteriosa para a necessidade de sistemas alternativos complementares é requerida para que seja verificado antecipadamente o que deverá ser preparado em termos de programas e de interfaces entre sistemas [10].

Uma metodologia para implantação de sistemas ERP, pode passar pelas seguintes fases:

- i. Pré-venda- etapa em que se realiza uma série de atividades para determinar o escopo, as características e o valor do projeto: Escopo; levantamento de informações; book de relatórios; projeto: formalização do levantamento realizado [57].
- ii. Implantação- Envolve as atividades da implantação propriamente dita, aquisição do *software* de ERP: Abertura do projeto; parametrização; alimentação de dados básicos; implantação de relatórios; simulação; e produção, validar a simulação [57].

Para Koch [31], analisar se os caminhos trilhados para a realização dos negócios da empresa se ajustarão a um pacote de um ERP previamente escolhido. Os executivos financeiros precisam saber que terão custos vindos de: consultores, retrabalhos em processos, testes de integração, treinamentos,

requisitos de integração com outros *softwares*, customizações, análise e conversão de dados, perdas dos melhores funcionários, o time de implementação não pode parar nunca suas atividades, inclusive pós-entrada em operação, *softwares* extras para atender a falta de aderência de algum módulo ou até a falta da função no ERP escolhido, e uma longa lista de despesas que virão antes de desfrutar dos benefícios de um ERP [31].

Uma outra metodologia sumariza os requisitos dos usuários do futuro ERP, nominalmente, a lista de atividades que deverá ser abrangida ou suportada pelo sistema para atender as necessidades dos clientes. Entender as necessidades dos usuários internos e as intenções escondidas por de trás de cada pessoa deve ser compreendida e principalmente conectar os principais usuários e colaboradores ao programa. Os sistemas ERP têm que levar em consideração, identificar e entender as diferenças, como demonstrada na Figura 3 [64].

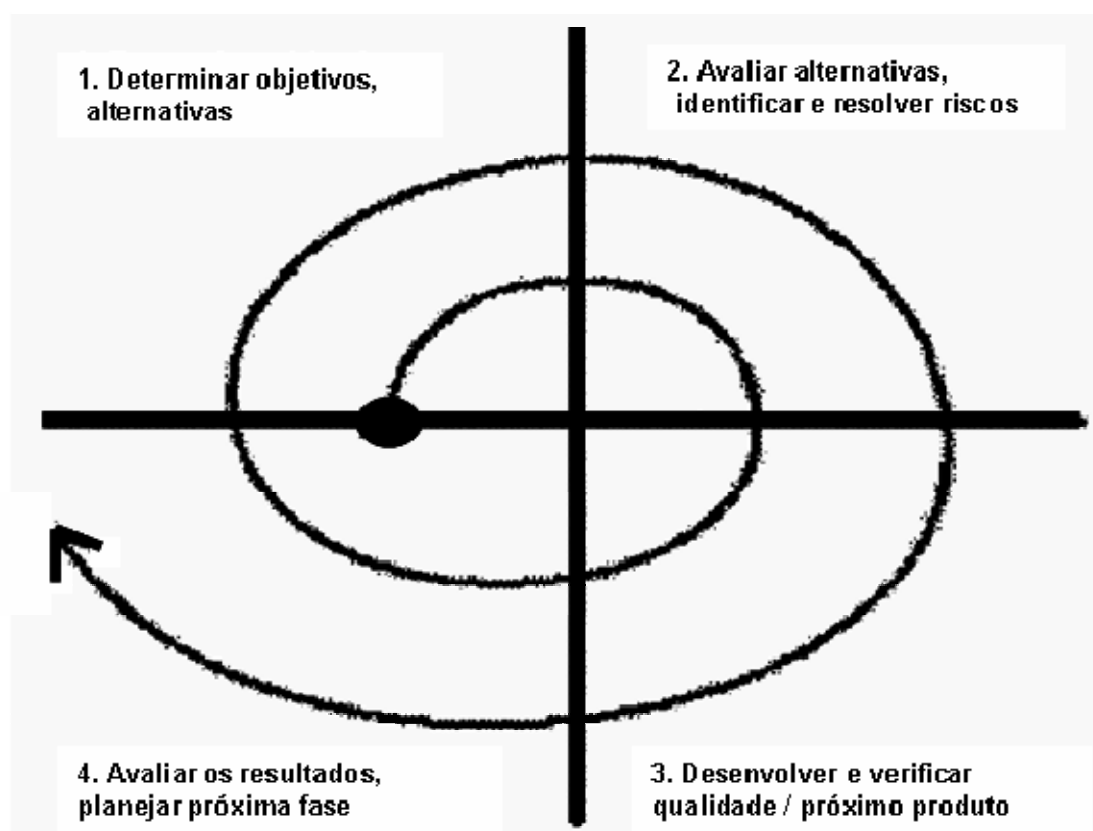


Figura 3: Fases para definição de um ERP (adaptado [64])

Outros cuidados que devem ser considerados são: a cooperação dos dois sistemas, novo e velho, transporte dos dados para o novo sistema deve ser assegurado e acompanhar a maturidade do novo ERP pela organização. Estes são eventos de preparação para esta fase [63].

Outras análises precisam ser encaminhadas para garantir a funcionalidade do futuro sistema, como: [64]

- i. Quais serão os módulos e componentes fundamentais a serem selecionados, num primeiro momento;
- ii. O banco de dados precisa ser dimensionado;
- iii. A operação dos programas sobre os dados armazenados precisa ser entendida;
- iv. Uma interface que possa suportar a manutenção das relações com os usuários e entregando as saídas desejadas para eles, deve ser construída.

Sistemas compostos das partes acima são descritos hoje em dia de acordo com o modelo das três linhas de arquitetura, que consiste de três mudáveis unidades com funcionalidades individuais, onde cada parte pode ser desenvolvida sem modificar as outras, conforme a Figura 4 [64].

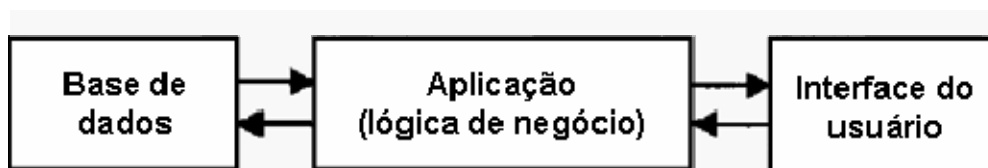


Figura 4: Três linhas de arquiteturas dos sistemas atuais (adaptado [64]).

Isto é simples e de estrutura limpa, perspícua facilmente e de grande vantagem do ponto de vista de ciências da computação, sendo: [64]

- Muito boa escalabilidade; segue os padrões existentes; consistência dos erros; segurança; portabilidade; fácil de atualizar e manter; mais



simples e limpo (lógico) desenvolvimento.

A análise do ponto de vista do usuário: [64]

- Interface simples e clara; acesso e usabilidade fáceis; inteligível; flexível; mais interfaces; visualizar somente o que for necessário.

Do ponto de vista da linha de aplicação (Lógica de negócios): [64]

- Estrutura modular; manutenção e habilidade (atualização); portabilidade; extensibilidade; estabilidade, carga-habilidade; segurança; e operação assistida.

Do ponto de vista do banco de dados: [64]

- Tolerância de carga; estabilidade; padronização; seguro e asegurado; possibilidade de acesso de baixo nível; e extensibilidade.

Para Mendes e Escrivão Filho [42] a adoção de um sistema ERP requer a análise dos processos executados pela empresa. O objetivo é avaliar se os processos devem ser modificados, modernizados ou mantidos. A adequação das funcionalidades deve ser realizada na fase de seleção do sistema. O objetivo é checar se as funcionalidades são aderentes às particularidades da empresa. Os aspectos relevantes ao sucesso na implantação deste sistema são:

- 1) Análise dos Processos; 2) adequação de funcionalidades; 3) etapa crítica; 4) estratégia; 5) confiabilidade no fornecedor; 6) gerência do Projeto; 7) mudança organizacional; 8) profissionais com conhecimento técnico e o negócio; 9) treinamento; 10) comprometimento da alta direção; 11) comprometimento dos usuários.

Uma implementação de um sistema ERP pode e afeta o *modus operandis* de toda a organização e mexe com as regras e normas vigentes na mesma. Neste caso, começa o programa de gerenciamento das mudanças. As principais

mudanças são nos processos e estes afetam todas as organizações incondicionalmente [46].

A natureza integrada de um ERP faz uma proposição do “tudo ou nada”. Se um departamento utiliza parcialmente as funcionalidades de vários outros módulos não funcionarão devidamente. Toda a organização precisa abraçar e usar o sistema para alcançar o sucesso desejado, por isso a importância desta fase. Não há garantias associadas à escolha de um ERP [27].

O sucesso desta fase depende de vários fatores: [27]

- i. Os empregados precisam estar certos de que a tecnologia do ERP está vindo para prover vantagens acima das do sistema antigo;
- ii. Deve ser simples e fácil de manuseá-lo;
- iii. O time de implementação deve ser devidamente preparado e treinado, além de ter experiência no trabalho em grupo;
- iv. Escolher a melhor metodologia de iniciar o uso do novo sistema

O ERP fornece um conjunto de ferramentas capazes de suportar e integrar diversas filosofias da manufatura. Sendo este sistema eficiente e fácil de ser atualizado, isto significa que poucas pessoas têm acesso às configurações e combinações de *flags* nos vários arquivos de controle existentes. Muitos erros em relatórios finais podem ser afastados se os usuários finais tiverem conhecimento desta funcionalidade, esse é um ponto crucial para o sucesso da implementação, pois, nesta fase, as fórmulas, os algoritmos, e lições aprendidas são definidas e sempre mantidas atualizadas pelos que usam a ferramenta diariamente [27].

O uso do *Benchmarking* baseia-se nas experiências de outras empresas em certos assuntos que a empresa irá tratar futuramente. Avalia-se a organização de forma contínua e competitivamente, corta custos e aumenta a produtividade em relação ao mercado e dessa forma a empresa pode economizar recursos apenas olhando como se faz, e também em relação a uma implementação de

*software* ERP o *benchmarking* é sem dúvida nenhuma muito bem visto. Nesta fase pode-se comparar tudo, custos, processos, procedimentos, qualidade, etc, em relação aos competidores ou com os considerados os melhores em sua classe [27].

O primeiro passo é enxergar a companhia que pode ser dividida em duas partes: a primeira é ideologia e a segunda baseada em uma visão do futuro. Assim pode-se dizer que a visão de uma companhia não é desenvolvida e sim descoberta. Nesse contexto, uma implementação de ERP para ter sucesso precisa de direção, liderança e visão. E todos na organização, em todos os níveis, precisam entender isso. [27].

O estabelecimento de metas tanto empresariais quanto de aprendizado antes da implementação do ERP, é fator de extrema importância. Na maioria dos casos, metas idealizadas não podem ser mensuradas, mas o ideal é se ter entre elas metas que sejam mensuradas. Uma vez que metas estratégicas são estabelecidas e metas de aprendizado são desenvolvidas, é necessário analisar o processo existente na organização para ver se eles estão de acordo com as estratégias e metas de aprendizado [27].

Os itens mais relevantes para analisar o processo na organização são: diagrama de processos, *walk the process*, espinha de peixe (causa e efeito) e análise de velocidade. Uma cuidadosa análise dos processos chaves dentro da organização pode prover uma firme base de conhecimento para o diagnóstico e desenho dos estágios do processo [27].

Com os resultados das análises da organização, as metas de aprendizado são colocadas na lista de aprendizado. Uma lista de aprendizado consiste em uma lista dos objetivos de aprendizados colocados de forma hierárquica, suportados pelas metas estratégicas. O nível mais baixo de hierarquia contém os objetivos de aprendizados que suportam os objetivos do próximo nível e assim por diante. O nível mais alto possibilita visualizar o que é necessário para alcançar as metas estratégicas da organização [27].

Um suporte de gerenciamento de grande conhecimento e experiência (Senior), auxiliará no redesenho dos processos de negócios para ajustar o que *software* suportará, investimento no treinamento de usuários, afastar-se de customização e usar os trabalhos dos analistas de negócios com conhecimento em ambos, negócio e tecnologia, são alguns dos 21 fatores críticos de sucesso, que seguem abaixo: [61]

- i. Suporte da alta gerência;
- ii. Projeto deve ser liderado por um campeão, aquele que tem a melhor imagem na organização;
- iii. Treinamento e educação de usuário;
- iv. Gerenciamento de expectativas;
- v. Pacerias entre cliente / fornecedor;
- vi. Usar de ferramentas de desenvolvimento do fornecedor;
- vii. Seleção cuidadosa do pacote apropriado a ser implementado;
- viii. Gerenciamento de projeto;
- ix. Steering committee (comitê de acompanhamento ligado à alta direção);
- x. Uso de consultores;
- xi. Customização mínima;
- xii. Análise e conversão de dados
- xiii. Reengenharia de processos de negócios;
- xiv. Definir a arquitetura;
- xv. Recursos dedicados;

- xvi. Time competente de projeto;
- xvii. Gerenciamento de mudança;
- xviii. Metas e objetivos claros;
- xix. Educação sobre o novo processo de negócio;
- xx. Comunicação e cooperação interdepartamental;
- xxi. Suporte do fornecedor durante essa fase.

A implementação de ERP representa um projeto de alto risco que precisa ser devidamente gerenciado. As organizações precisam aprender a identificar os fatores críticos que afetam o processo de implementação e saber quando nesta fase deverá encaminhá-los efetivamente para garantir que os benefícios prometidos possam ser realizados e que potenciais falhas possam ser afastadas [61].

Kapp, Latham e Ford-Latham [27] discutiram que usar uma metodologia do tipo LRP (*Learning Resource Planning* - planejamento de recurso de aprendizado) para implementar um sistema de ERP não é um evento isolado. Após instalar, configurar e iniciar a utilização do ERP é preciso ressaltar que, somente, depois de um longo período de utilização do mesmo poderá obter os maiores resultados. As organizações precisam aprender como refinar e melhorar continuamente o sistema ERP para obter o máximo de vantagem desta fase.

LRP incluem o passo continuado no modelo para garantir que a organização não perca o sinal de necessidade de aprender continuamente mesmo depois de o Sistema ERP esteja integrado dentro da mesma. Os empregados precisam estar comprometidos com este processo cíclico de aprendizado atingindo assim os resultados desejados [27].

O resultado mais esperado proveniente do LRP é a transformação da empresa em uma *learning organization*. Assim, quando uma empresa foca no aprendizado usando o modelo LRP para iniciativas de qualidade,

implementação do *e-commerce*, melhoramento da produtividade, desenvolvimento de novos produtos e incontáveis outros programas de melhoramento, fica mais fácil suprir as necessidades de aprendizados dos funcionários [27].

As organizações com este tipo de estrutura para o aprendizado promovem aprendizado como ferramentas para obter resultados. Este é um movimento contínuo para elas, pois, fortalece a capacidade para aprender dentro de suas próprias culturas corporativas, aumentando assim a velocidade de reação das empresas frente ao mercado e aos seus competidores [27].

#### **2.1.4 PREPARATIVOS PARA O USO DO SISTEMA ERP**

Todo sistema ERP necessita de uma boa preparação para ser disponibilizado para o uso. Nessa fase, considera-se a base necessária para que os usuários-chaves possam conduzir a operação da empresa sem que a mesma sofra com problemas de eficiência e produtividade, fatos estes comuns em momentos como estes no uso de novas tecnologias e que as pessoas ainda não estão totalmente ambientadas com as mesmas. A seguir será visto o que se deve fazer para que se tenha um grupo e uma empresa preparada para o uso do sistema.

Segundo KAPP, LATHAM e FORD-LATHAM [27] o processo de implementação deve passar por uma avaliação que se baseia em quatro níveis, sendo: 1 – medir a evolução dos envolvidos logo após os treinamentos; 2 – Medir o quanto foi aprendido e o que foi aprendido, a fim de determinar o quanto mais de treinamento será necessário; 3 – Avaliar se o que foi aprendido está sendo utilizado no ambiente de trabalho; 4 – avaliar se o procedimento de aprendizagem surtiu efeito e realmente o treinamento ajudou a facilitar o processo de implementação [27].

Eles, Kapp, Latham e Ford-Latham [27] ainda prepararam um conceito de treinamento muito abrangente e que destaca vários cuidados e pré-requisitos para que o time esteja bem confiante no uso do novo sistema. Para tanto foi

dividido o processo como segue:

- *Evaluation and Measurement* – Avaliação e Medida - O Programa de treinamento para uma implementação de ERP precisa ser focado nos resultados. Os principais pontos a serem tratados são: se os objetivos foram alcançados durante as aulas; se as informações recebidas em cada treinamento são contínuas e alimentam o próximo passo; se aulas, lições, eventos de aprendizagem foram atingidos; se os profissionais serão considerados aptos no manuseio do ERP no fim de cada estágio. Este ciclo contínuo de troca de informações garante que o processo de aprendizado seja continuamente refinado e melhorado.
- Visão Geral - A avaliação do processo de treinamento organizacional precisa ser conduzida durante a formação do Programa de Treinamento e até o fim, no dia de colocar o sistema para funcionar definitivamente.

Este processo garantirá que o treinamento está contribuindo para um melhor posicionamento competitivo da Companhia. Conseqüentemente obtendo melhores resultados no chão de fábrica e nas áreas administrativas para todos os módulos do novo sistema [27].

O que a empresa mais precisa são meios acurados para medir os ganhos de aprendizado por parte dos empregados. Treinamento precisa ser avaliado como este é desenvolvido para garantir que aprendizes receberam o essencial com a alta qualidade requerida [27].

Uma dificuldade encontrada é a resistência dos funcionários. Isso pode estar associado à falta de treinamento operacional, conceitual e de reciclagem, à baixa qualificação da mão-de-obra desse segmento empresarial e à resistência dos funcionários mais antigos [42].

As empresas devem estar atentas ao treinamento dos usuários, pois eles serão responsáveis pela entrada das informações, sendo fundamentais para o sucesso e boa utilização do sistema. O usuário do sistema precisa estar consciente da importância de manter os dados corretos e atualizados e das

conseqüências de seu erro. Em geral, o treinamento é oferecido para um ou dois funcionários e estes serão responsáveis pelo suporte interno e treinamento dos demais [42].

Existe a necessidade de se transferir informações de um ERP para *softwares* complementares, como o Excel, onde podem ser trabalhadas e gerarem as informações demandadas, e para tanto é preciso ter pessoas treinadas e autorizadas para essa função. Claro que os dados transferidos deverão ser retrabalhados para apresentarem o resultado correto. Fica evidente a necessidade dos usuários conhecerem um pouco dos outros módulos para que possam resolver rapidamente a origem de certos problemas e corrigi-los a tempo [10].

Na estabilização do sistema e dos processos se fazem necessários os seguintes cuidados: apoio da alta gerência, a fim de confirmar que não haverá a possibilidade de retornar ao sistema anterior e de estabelecer que o sucesso da implementação seja tarefa de todos, não do departamento de informática exclusivamente; presença dos líderes que possam manter o ambiente estável; manutenção completa da estrutura, funções e responsabilidades da equipe de projeto até que a estabilização do sistema tenha se completado; presença de uma equipe de apoio do fornecedor ou consultoria, para que se resolvam mais rapidamente os problemas que irão ocorrer; a solução dos problemas de operação ou de sistema deve ser comunicada a todos, deixando clara a origem destes (operação ou sistema), devendo haver um trabalho ativo na eliminação de “boatos”; no caso de implementação em fases ou *small-bangs*, faz-se necessário ampliar mais o apoio da alta direção ao projeto e a comunicação entre todos os envolvidos, uma vez que à complexidade do projeto associa-se a ocorrência de três etapas simultâneas: a implementação, a estabilização e a utilização [62].

#### **2.1.5 Os PRINCIPAIS CUIDADOS PÓS-ENTRADA EM PRODUÇÃO DO SISTEMA**

Segundo Gattiker [20], se for necessária alguma mudança no sistema, deve-se primeiro pensar em quem está fazendo parte do sistema, outras unidades de



negócios, e assim percebe-se que muitas das mudanças desejadas não podem ser efetivadas, pois afetam as demais, ou uma das demais plantas ou áreas de negócio. Nem todas as unidades são exatamente iguais, e o que não se sabe é onde pode ser afetado e em quem.

É preciso ter uma maior visibilidade do sistema e checar o significado de certas informações e relatórios gerados e comprovar a acuracidade dos mesmos. A formatação das informações necessárias para cada área, possivelmente ainda não esteja preparada, como informações de produção por toneladas / hora ou por volume, ou reparos versus reclamações dos clientes, entre outros pontos que ainda possam não ter sido contemplados no momento da implantação e dos testes. Relatórios estratégicos precisam ser verificados com muito cuidado, pois, pontos de customizações e ou de interface com diversos módulos no sistema, podem ou não estar ativados, gerando informações imprecisas que precisam ser validadas antes de serem passadas para frente e que se tomem decisões baseadas nesses levantamentos e ou relatórios. Durante a fase de estabilização se faz necessário a manutenção do time de implementação, pois, depois desta fase a mão de obra se torna escassa no mercado [20].

A concentração das mudanças em uma unidade específica, um grupo, algo necessário para um sistema ERP, torna as alterações / ajustes um tanto quanto lentos e burocrático, o que faz com que as unidades careçam de uma resposta rápida no tema [20].

Uma forma de se criar e tratar os *Gap* (lista de pendências) ou lista de pendências é disponibilizar um formulário onde podem ser escritos os pontos que ainda precisam ser abordados e melhor entendidos para que a organização melhore consideravelmente o seu *modos operantes* e obtenha ainda mais vantagens no sistema localmente [19].

Souza e Saccol mostram que é necessário ter uma atenção na reengenharia de processos de negócios para que os usuários se adaptem às mudanças e se encaixem na nova realidade que o ERP passa a oferecer, portanto, nesta fase de uso do novo sistema esta adaptação precisa ser auxiliada. O treinamento

continuado nas funcionalidades do sistema e nos novos processos da empresa precisa permanecer efetivo com o objetivo de utilizar a plena capacidade do sistema [52].

Nesta fase é necessário tomar os seguintes cuidados: manter, em cada um dos departamentos ou para cada um dos módulos, um usuário responsável por esse módulo; manter um coordenador permanente para o sistema ERP (não necessariamente o gerente de TI); manter, com esses representantes e com o coordenador permanente, reuniões (mensais, bimensais ou trimestrais, de acordo com a necessidade e o tempo de utilização), para que se possam discutir prioridades e, principalmente, definir responsabilidades em alterações ou melhorias que exijam o envolvimento de mais de uma área [62].

Sempre há novas funcionalidades e recursos que são constantemente incorporados aos sistemas ERP que estão em constante evolução. Essas novas soluções implicam não só em novas oportunidades, mas também acarretam novos custos, novos esforços e novas implantações [49].

Para Pozzebon e Pinsonneault [55], as fases mostradas na Figura 5 norteiam os trabalhos contínuos de melhoria no sistema ERP implementado. Nessas fases vê-se a grande dinâmica possível no ciclo de vida dos ERP. A participação efetiva dos usuários leva a uma constante melhoria nos mesmos, aproximando-os dos fornecedores destes sistemas. Eles tornam-se aptos a solicitar mudanças no nível setorial. A questão de habilidades individuais, aspirações, capacidades e iniciativas para dominar a tecnologia configurável, das pessoas mais proativas, que descobrem funcionalidades nos pacotes ERP, onde até os consultores não conhecem, ficam evidenciados e esses sim, poderão, com esforço e persistência, solicitar mudanças que são relevantes e podem convencer os fornecedores da pertinência das melhorias serem incorporadas em versões futuras. Nos demais níveis os principais usuários precisam ter acessos e conhecimentos cada vez maiores para poderem auxiliar nas melhorias contínuas. Os melhores usuários precisam ser convidados a vivenciar os resultados das decisões das configurações feitas por outras pessoas, e assim poderem participar da citada fase de melhorias [55].

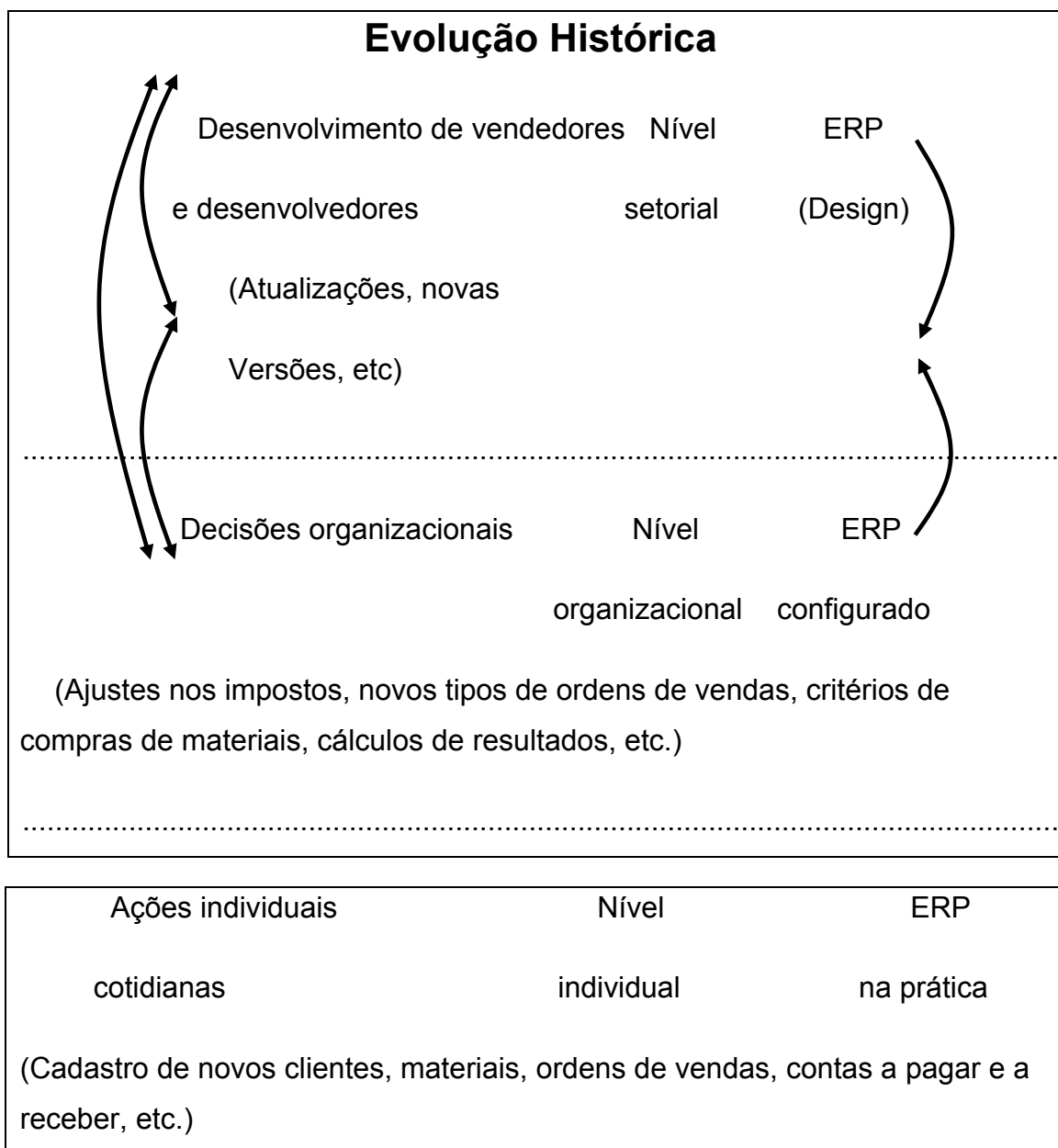


Figura 5: Fases de melhoria em um sistema ERP (adaptado [55]).

A empresa também precisa estruturar uma central de atendimento, responsável por receber todas as manifestações dos usuários espalhados pela organização e registrar em um sistema de apoio de entendimento, designando o tipo de problema para a área funcional específica. Esse apoio, oriunda da fase de implementação, encarrega-se de analisar os problemas reportados, gerar soluções padronizadas e documentá-las sempre, de forma a gerar uma base consistente de problemas e soluções [41].

Acertos nos perfis de usuários finais é um fator necessário, já que na fase de testes, nem todos podem fazer parte dos mesmos e alguns perfis e acessos precisam ser reavaliados e concedidos. Estes acertos e na fase final, que se manterá enquanto o sistema for utilizado, serão menores quanto melhor tiverem sido conduzidas as atividades de treinamento, divulgação e capacitação ampla dos usuários [41].

Barreiras e dificuldades que são decorrentes das fases anteriores também influenciam esta, como demonstrado abaixo: [42]

- i. Planejamento do projeto inadequado: insegurança dos funcionários em relação ao manuseio e à utilização do sistema; participação do fornecedor na seleção do *hardware* mais adequado para o sistema; alto custo para customizar e desenvolver relatórios; perda de foco resultando em estouro no custo e no prazo de implantação.
- ii. Contratação de equipe experiente: dificuldade no atendimento pelo fornecedor; a consultoria externa é cara e o projeto tem de ser bem acompanhado, envolvendo pessoas com conhecimento técnico e de negócio.

Muitas empresas são bem criteriosas na contratação de mão-de-obra para implantação, procurando envolver seus funcionários, reduzindo as modificações no sistema e buscando se adequar a ele. Essa adequação traz impactos ainda maiores para os usuários que, além de terem de aprender a operar o sistema, precisam "reaprender" a realizar suas tarefas com o sistema. O custo da adequação do sistema à empresa é alto [42].

Transformar a empresa em uma *learning organization* precisa de um aprendizado integrado de todos os processos depois que o ERP foi instalado e está funcionando. Durante a implementação do ERP as necessidades de aprendizados são claras: o sistema é novo, os processos são novos e as mudanças são óbvias. Entretanto, após a implementação os treinamentos nem

sempre são óbvios e a empresa não tem mais como foco o treinamento A meta deve ser continuar aprendendo. Isto se torna uma prioridade para todo o *staff* [27] [30].

### **2.1.6 ALGUNS EXEMPLOS DE ESTRUTURA NECESSÁRIA PARA A EXECUÇÃO**

Para que um projeto de tamanha importância para a empresa não se perca em iniciativas frustradas de implementação se faz necessário o estabelecimento de um time de implementação com responsáveis e executores, além da necessidade de se ter um grupo experiente de processos da parte negócios e da tecnologia escolhida. Abaixo se vê os principais pontos destacados pela literatura sobre a importância deste tema para a organização se preparar para usufruir os benefícios oferecidos por estes tipos de sistemas.

Segundo Brandel, a tendência para negligenciar os importantes passos no fechamento de um projeto pode fazer ou até quebrar as suas habilidades para atingir o retorno total do investimento (ROI - *Return on Investment*) planejado [8].

Num passo anterior, quando os projetos estão em fase de aprovação, um claro ROI é apresentado pela equipe de projeto. Quando o projeto se inicia, poucas empresas se mantêm fiéis ao *budget* e ao ROI planejados. Precisa-se considerar, para completar o projeto, tudo o que for necessário, para o sucesso do mesmo, *budget* e cronograma aderentes, assim como um plano de entrega de benefícios, relacionados com o ROI [8] [22].

Durante a fase de planejamento, é preciso ter a figura de um facilitador treinado, para que possa emergir tudo o que precisa ser considerado neste projeto. Claro que com o tempo e o início do projeto, outras idéias aparecerão e deverão ser tratadas e encaminhadas corretamente pelos líderes desta empreitada. Todos devem perceber que todas as sugestões têm um encaminhamento e que terão uma resposta final de como foi devidamente direcionada e finalizada. Claro que cada idéia deve ter uma análise clara de impacto no ROI. Se for significativo, então deverá ser empregada depois, na

fase de estabilização ou então no momento que for acordado com o comitê de gerenciamento do projeto [8] [11].

Para Lindquest, relatórios de analistas de *softwares* relatam que 71% de projetos desta natureza fracassam devido a um pobre gerenciamento de requisitos, fazendo disto a simples e maior razão dos fracassos de um projeto, maior que tecnologia ruim, falta de limites ou de *milestones* (marcos) ou até mesmo a falta de um gerenciamento de mudanças. Isto tudo pode expor o negócio da empresa em risco. Não integrar estes requisitos na fase de testes pode acarretar um atraso no projeto e um radical retrocesso à fase de conceituação o que se torna um possível fracasso no gerenciamento do cronograma do projeto [36].

Por isso o uso das habilidades corretas durante todas as fases deste trabalho deve ser percebido e até solicitado pelos líderes, a tempo de resolver as pendências e antes de se passar para uma nova etapa dentro do cronograma de atividades. Se as regras do jogo não forem devidamente escritas e divulgadas o emprego da pessoa que lidera estas atividades deveria ser colocado num lugar de menor destaque dentro da empresa [11] [36].

Nandhakamur, Rossi e Talvinen [46] apresentam uma estrutura de projetos de uma empresa que implementou um ERP, cujo pseudônimo é EURMOBIL, uma grande companhia multinacional em telecomunicações. Ela opera em todos os continentes e tem a matriz sediada na Europa [46].

Montou-se um time de projeto responsável pela implantação do sistema e este foi organizado em vários grupos funcionais, grupo técnico e um grupo piloto de implementação. Em adição a esta estrutura foram alocados executivos e times de gerenciamento como mostra a Figura 6 [46].

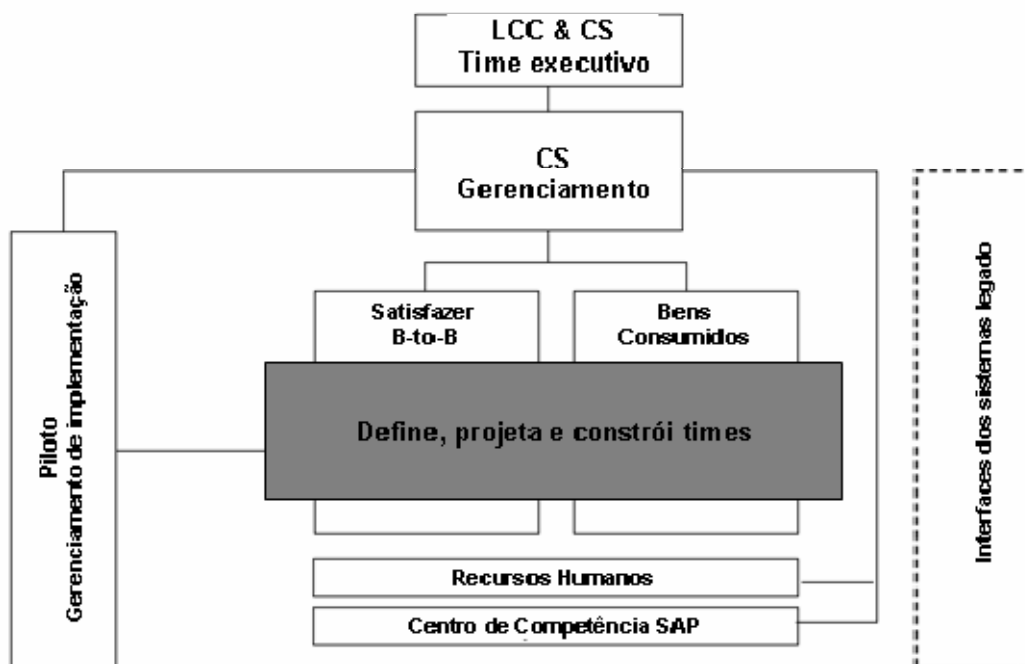


Figura 6: Estrutura para a condução de um projeto ERP (adaptado de [46]).

Os responsáveis pela coordenação geral do projeto, e o grupo funcional encaminharam os processos de negócios das áreas de recursos humanos, finanças, canal de fornecimento dos consumidores e canal de fornecimento *business to business*. O grupo de suporte técnico foi formado por um Centro de Competência SAP da EURMOBIL. Este centro era encarregado tecnicamente e pelo *rollout* (termo usado quando se é instalado o sistema a partir de um *template* - padrão pré-desenvolvido pela matriz) de todas as instalações, como também pelo treinamento e por toda organização para usar ERP [46].

Este projeto teve a figura de um patrocinador de nível mais alto para o programa de mudanças, escolhido entre executivos seniores da companhia que promoveu o projeto como a maior iniciativa para o sucesso da mesma [46].

Para se evitar críticas que este projeto é do tipo “Macaco da Matriz”, ele foi removido das práticas usuais, o escritório de projetos (*Project Office*) foi deliberadamente posicionado no meio de um triângulo formado pela matriz da EURMOBIL, da rede de telefonia fixa da matriz e da rede de telefonia móvel da matriz. Esta era vista como a base neutra para todas as partes envolvidas. Isto também garantiria que todas as partes deveriam viajar para o local central e

também o comprometimento de todas as localidades o gerenciamento do projeto fez muitas reuniões internas com este objetivo [46].

Sobre a organização do projeto do ponto de vista de negócios (*business to business*) da parte logística, mais de 100 funcionários participaram de todas as partes do mundo. Mais de 100 consultores externos foram alocados para o projeto no pico. Duas empresas de consultorias diferentes foram envolvidas. Elas trabalharam para as linhas fixas e para as linhas móveis respectivamente [46].

O lado de processos foi dividido em três subprojetos, sendo: Y2K, projeto da virada de milênio com soluções específicas; LCC (*Logistics Control Centre* - centro de controle logístico); e o CS (*Corporate Solution* - solução corporativa) desenvolvimento de projetos para prover soluções de curto, médio e longo prazo para o modelo de negócio global e a implementação propriamente. Como demonstrado na Figura 7 [46].

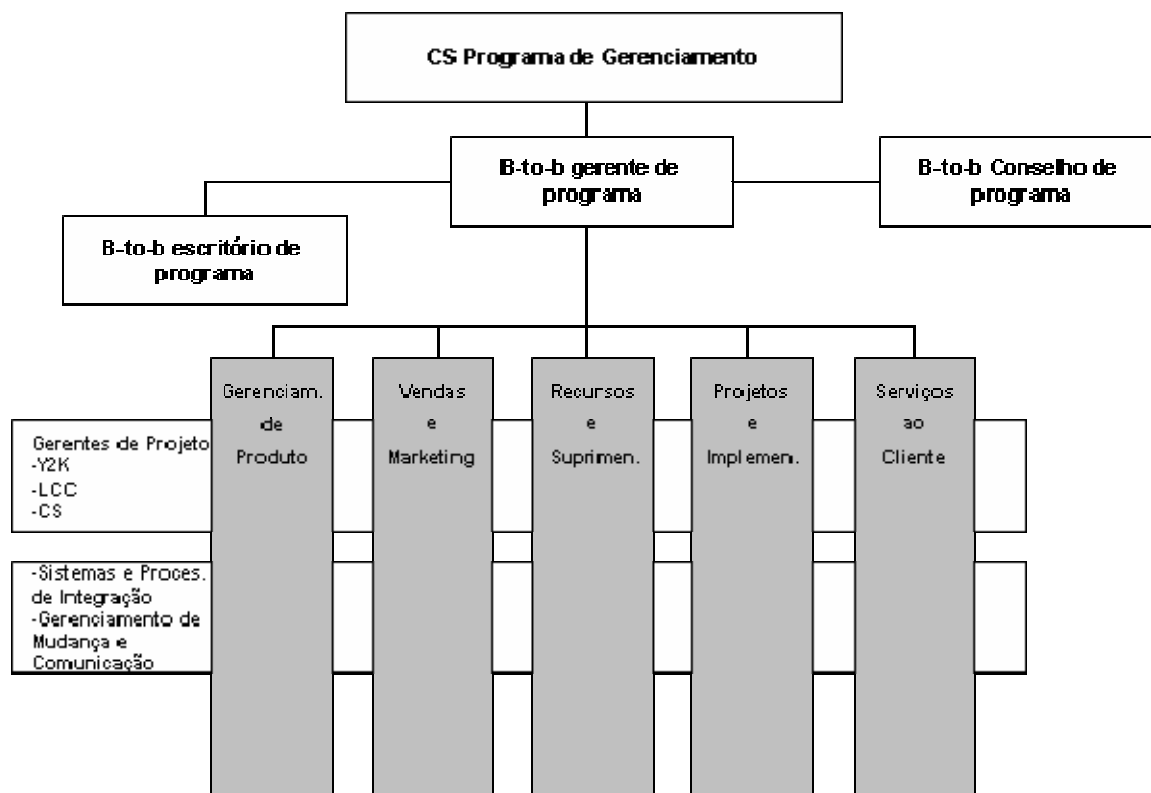


Figura 7: Parte da Estrutura para a condução de um projeto ERP (adaptado de [46]).



O programa e assim cada projeto foram instituídos pelas áreas e unidades de negócios atuais. O programa foi desenvolvido baseado nas melhores práticas da firma. Isto significa que os times de projeto e as empresas de consultorias desenvolveram detalhadamente os mapas de processos para cada processo de negócio usando as ferramentas de modelamento de processos. Elas (as consultorias) usaram estes mapas para começarem a configuração do sistema [46].

De acordo com o livro de projeto, durante o projeto, qualquer atividade resulta na adição de novas entradas ou entregas, em apagar entregas planejadas, no aumento ou na diminuição de outras atividades planejadas, ou na mudança do cronograma do projeto para maior disponibilidade pessoal do usuário. Esses ajustes deviriam ser gravados e gerenciados por intermédio de um escopo formal do procedimento de gerenciamento [46].

Para a composição das diversas equipes, foram selecionados funcionários experientes das diversas áreas funcionais, de forma a suprir o projeto de pessoal altamente qualificado e motivado para o desenvolvimento das atividades. A integração e a interação foram destacadas desde este momento [46].

Segundo Mendes e Escrivão Filho [42], embora os sistemas ERP venham como um projeto de mudança organizacional, com reflexos na forma de operação da empresa, na estrutura e nos aspectos culturais, não é isso que vem acontecendo nas empresas.

Comparando o investimento realizado com as melhorias alcançadas, pode-se dizer que ainda há muito ganho a ser obtido com a adoção do ERP. Os benefícios poderiam ser maiores se fosse realizada uma análise prévia dos processos e da forma de funcionamento atual da empresa. A partir das reflexões realizadas, são apresentadas as seguintes considerações sobre a adoção de ERP: [42]

- i. A empresa reconhece os benefícios obtidos com a adoção de ERP ao analisá-lo sob a perspectiva de um sistema que possui uma base de dados única e centralizada, o que facilita a integridade dos dados. Porém, ela minimiza as potencialidades do ERP ao encará-lo como um sistema de informação, delegando toda a responsabilidade da adoção para a área de informática.
- ii. O perfil técnico da área de informática incorre em falhas, muitas vezes cruciais ao sucesso do ERP na empresa. Por exemplo, a importância do treinamento para os usuários sob a ótica da área de informática, o sistema é intuitivo. Para os eles se torna imprescindível o treinamento. Sua falta ou sua realização inadequada inibe a utilização do ERP pelo usuário com menos familiaridade com a informática e pode ser o grande responsável pela resistência observada nas empresas;
- iii. Observa-se que a aquisição do ERP nas empresas é sugerida pela área de informática para solucionar as dificuldades decorrentes de vários sistemas de informações que trabalham isoladamente. A maior dificuldade reside na falta de confiabilidade nas informações armazenadas pelo sistema [42].

## **2.2 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DO PRODUTO**

Nos anais da conferência “*Proceedings of the IFIP WG5.3 international conference on Life-cycle Modelling for Innovative Products and Processes*” (Modelamento do Ciclo de vida para inovações em produtos e processos) de Novembro / Dezembro de (1995), em Berlim, foram apresentados vários modelos do que viria a ser um PDM / PLM. Krause e Kind [32] apresentaram o conceito do EDM cujas principais atividades eram tornar acessível os dados e documentos do produto, e os respectivos responsáveis pelo mesmo, além de trazer a informação de qual era o sistema de origem dos documentos armazenados e controlar o fluxo de uma organização (*apud* Plönzke, 1994).

Sendo que a principal função de um EDM é a de manter um histórico das mudanças de produto desde a concepção / idéia inicial por todas as fases do ciclo de vida do mesmo até o final, no momento do seu descarte e torna esta informação disponível quando desejada [32].

Kimura e Suzuki [29] apresentaram um outro modelo, o RQP (*Right Quality Product* - produto de qualidade certa), que tinha as seguintes características: configuração modular da funcionalidade do produto e a respectiva estrutura associada; descrição e avaliação precisas da funcionalidade / qualidade do produto; controle da deterioração do produto durante o uso; melhorias modulares do produto para conter a deterioração; Garantia da qualidade e reuso de componentes remanufaturados [29].

Ning e Li [47] mostraram um trabalho onde conseguiram por intermédio do *software* UUI (*Unified User Interface* - interface unificada do usuário), sendo este um sistema de suporte orientado à engenharia simultânea ou concorrente, que possibilitava acesso aos sistemas CAD (*Computer Aided Design* – projeto auxiliado por computador), CAE (*Computer Aided Engineering* – engenharia auxiliada por computador), CAPP (*Computer Aided Process Planning* – planejamento do processo auxiliado por computador), CAFD (*computer aided fixture design* – projeto de dispositivos elétricos auxiliado por computador) e CAM (*Computer Aided Manufacturing* – manufatura auxiliada por computador), dentro de um sistema de gerenciamento de dados, com base no modelo integrado, para possibilitar o processo de desenvolvimento de produto [47].

Por fim, Mertins e Jochem [43] apresentaram uma ferramenta que possibilitava a metodologia *Integrated Enterprise* cujo nome era MO<sup>2</sup>GO (*Method for Object-Oriented Business Process Optimization* -método orientado para a otimização de processos de negócio), que visava permitir um melhor entendimento e uma melhor descrição da análise dos produtos, ordens, recursos, assim como os processos de negócios que pertenciam aos mesmos. Sendo a principal vantagem do mesmo a sistematização da reengenharia e a otimização do processo de reuso dos modelos organizacionais nos projetos futuros com diferentes objetivos e atividades otimizadas [43].

Com as atuais melhorias tecnológicas requeridas pelo mercado e com a respectiva velocidade desejada pelos clientes, os sistemas PDM / PLM, foram sendo desenvolvidos e facilitados por novas ferramentas de TI. As principais funcionalidades são: 1) Gerenciamento dos dados do produto (cadastro de itens com dados de desenhos, lista de peças, e documentos relacionados); 2) Gerenciamento dos processos de produção (das liberações, mudanças, distribuição e fluxo de informação); 3) tecnologia de grupos e classificação; 4) Gerenciamento de entrada e saída (visualizações, impressões, impressoras e de scanners); e 5) integração com sistemas proprietários de CAD, CAM, CAE, sistemas *offices* e etc. Estes se consolidaram no mercado, e partiram para um sistema com uma versão mais completa de funcionalidades que é o PLM, que abrange todo o ciclo de vida do produto, desde a captura dos requisitos de mercado até a operação pós-entrega, manutenção e descarte do mesmo, como mostra a Figura 8 [1] [10] [53].

## Evolução das Iniciativas no Processo de Engenharia

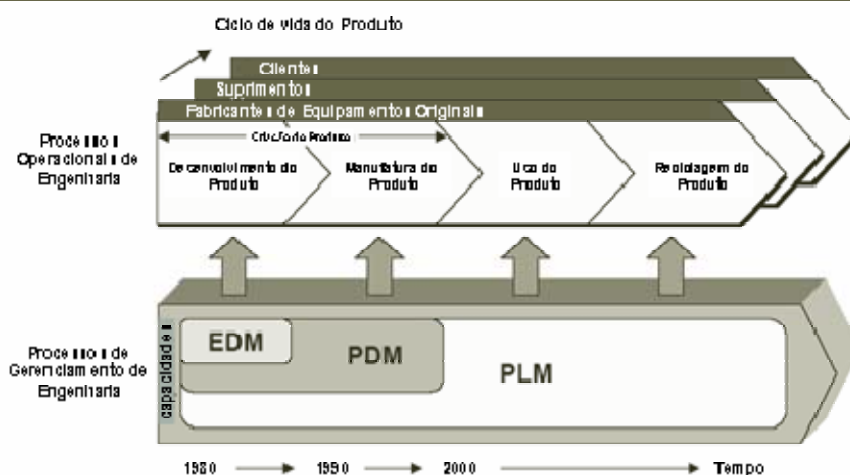


Figura 8: Evolução das formas de gerenciamento de projeto de engenharia [1].

Os sistemas PLM incorporaram todos os dados relativos ao produto e aos processos de uma organização. Eles cobrem todas as localidades e sistemas de TI existentes assim como dados de fornecedores, parceiros e clientes. Esse

sistema faz uso extensivo da Internet como um componente crítico de infraestrutura [1], [10], [53].

### **2.2.1 DEFINIÇÃO DO PLM / PDM**

Para facilitar o entendimento destes sistemas faz-se necessário uma apresentação das definições encontradas na literatura.

Para Kamur [35], o PDM permite o compartilhamento de informações entre os membros de um time dentro de uma organização além de, incluir membros de uma organização externa. O processo de desenvolvimento de produto é normalmente uma atividade interativa. Há um contínuo processo de aprendizado que o time de desenvolvimento atravessa durante o ciclo de vida do produto. Aprendendo dos erros do passado e usando os sucessos passados como o ponto de partida para projetos futuros para criar um produto melhor.

Os sistemas PDM têm sido desde os anos 80 e estão sendo usados não só para compartilhar informação numa organização, mas também em outras, como: parceiros, fornecedores e contratados. A difusão do uso das tecnologias de internet, aumentam os termos CPC (*collaborative product commerce* – comércio colaborativo do produto) e cPDM (*collaborative product definition management* - gerenciamento colaborativo da definição do produto) [35].

Com um aumento da adoção do desenvolvimento colaborativo do produto e de parcerias de multi-empresas para criar produtos superiores, as companhias precisam reorganizar e remodelar os processos de negócios para progredirem. Os sistemas PDM podem ajudar no alcance destes objetivos agindo como uma cola que liga uma organização a outras tantas quanto forem necessárias [35].

PDM é a única tecnologia que integra e gerencia todos os aplicativos, informações e processos que definem um produto, do projeto à manufatura, e com suporte do usuário final. Ele gerencia informações relativas aos produtos como: geometrias, desenhos de engenharia, planos de projeto, especificações do produto, programas de CNC (*Computer Numerical Control* – controle

numérico computadorizado), análises de resultados, lista de materiais, ordens de mudanças de engenharia, etc. É visto como uma ferramenta integradora, conectando diferentes áreas de desenvolvimento de produto, cálculo estrutural, ergonomia, de instalação e layout, além de possibilitar o acesso remoto, garantindo que a informação certa esteja disponível para a pessoa certa, no tempo certo e na forma certa dentro da organização, como mostra a Figura 9. O sistema mantém a base atualizada com a última versão de documentos em um banco de dados. Sem um PDM a forma de partilhar a comunicação e a distribuição da informação é espalhada e confusa na organização, como mostra a Figura 10. Ele organiza e usa informações de tal forma que é possível auxiliar na redução do ciclo de fabricação do produto, e contribui na aceleração da disponibilidade do produto no mercado [63] [69].

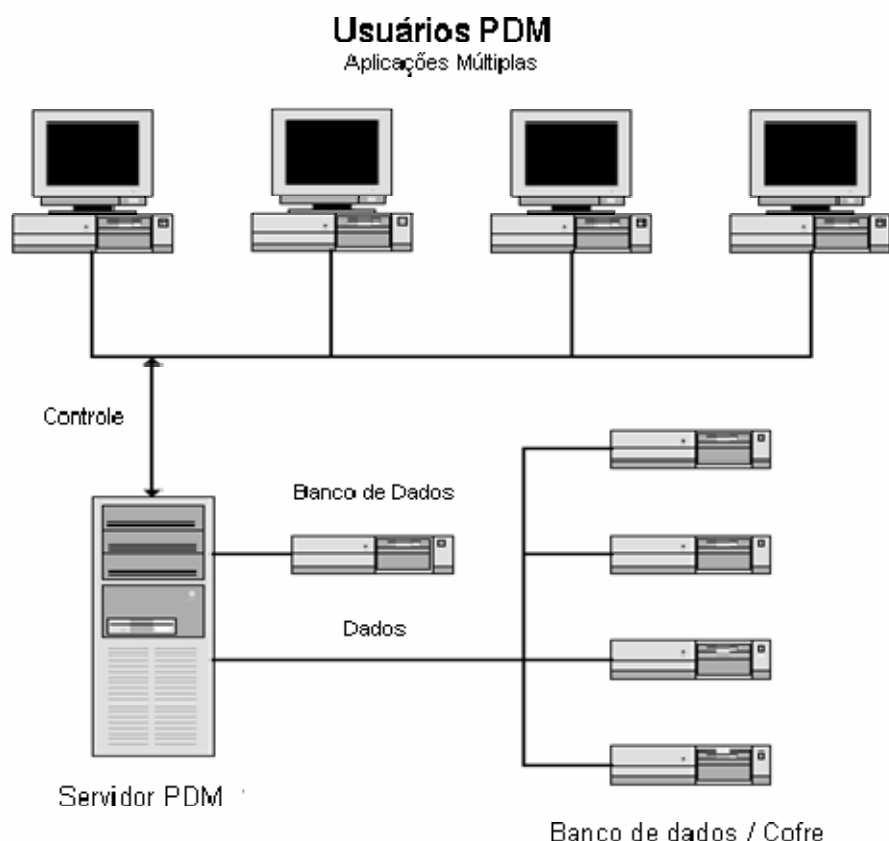


Figura 9: Vários computadores conectados à mesma base de dados (adaptado de [69]).

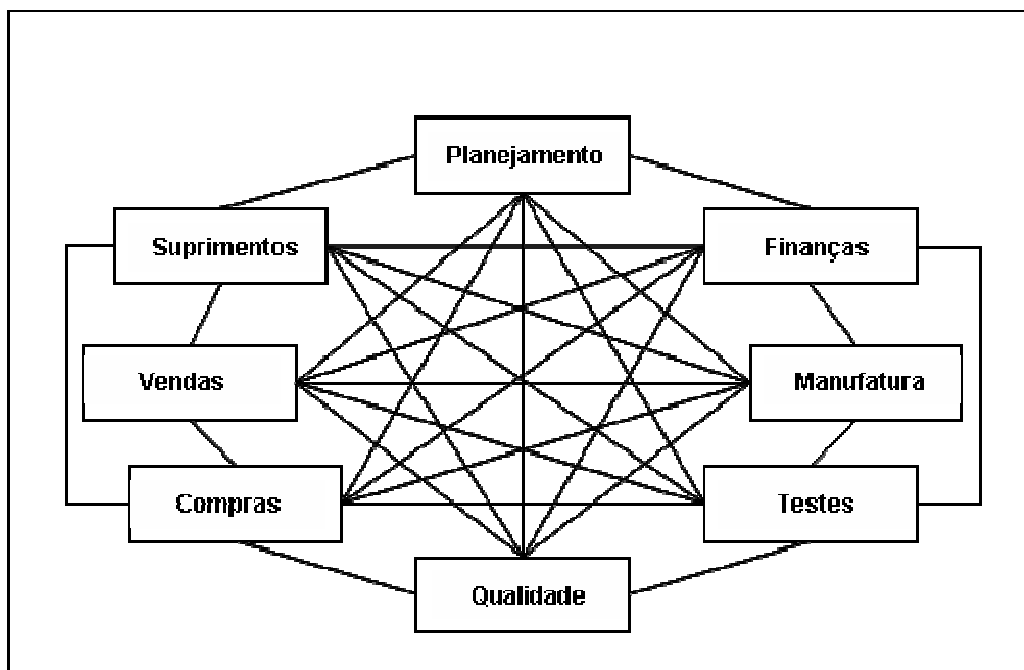


Figura 10: Exemplo de comunicação interna sem o uso de PDM (adaptado de [63]).

Portanto a ferramenta PDM organiza o fluxo de informação, aumentando a velocidade e precisão com que a mesma chega ao destino final [63].

Feltes e Lämmer [17] apresentam que a engenharia colaborativa usa-se do PLM para facilitar e flexibilizar o desenvolvimento entre empresas. Os times são organizados individualmente e são ajustados para as atividades que eles deverão cumprir. Onde o membro do time está geograficamente e a qual empresa ele pertence não é mais um problema. Isto significa que não é mais somente a descrição dos dados requeridos, mas também a descrição das funcionalidades necessárias para a colaboração. A definição da descrição das funcionalidades requeridas é derivada do uso nestes casos. A descrição das funções é analisada e especificada no módulo de função do sistema [17].

Patz [50] esclarece que os sistemas PDM vêm melhorando e desempenhando um papel muito importante no pacote de ferramentas de uma empresa. Pois, são necessárias profundas integrações com ferramentas CAx, que resultam na aplicação de redes de trabalho e uma situação no qual um completo modelo do produto pode ser criado, quando os dados residentes em todas estas ferramentas são colocados juntos neste sistema. Sendo eles do tipo: o controle

do desenvolvimento de processos, os dados certos no formato correto, assim como o arquivamento dos dados por um longo período de tempo. Cada vez mais informações vêm sendo incorporadas neste modelo de produto.

Um ótimo sistema PDM é o que possui conhecimento da complexidade dos processos, do modelamento do produto e das ferramentas de integração e ajuda o usuário a lidar com estas complexidades. Estes sistemas são naturalmente o ponto de partida para lidar com a atividade de troca de dados, especialmente em relação aos *softwares* CAD / 3D. A tecnologia de internet já estabelecida e, são geralmente usadas em outros níveis para garantir o fluxo da informação e de trabalho entre as companhias individuais e entre multi-empresas, disponibilizando a estrutura mais apropriada [35], [50].

Sinz, Kaiser e Küchlin [60] dedicaram-se no caso da DaimlerChrysler que emprega o sistema PDM para gerenciar todas as configurações possíveis das linhas de veículos comerciais e de passeio. O sistema mantém o banco de dados com as opções de vendas de veículos e de partes juntos, e com um padrão lógico de configurações válidas e as respectivas transformações deles em produtos manufaturados. Alguns destes itens têm regras com configurações válidas para opção de vendas. O PDM ainda gerencia a forma expressa de condição sobre qual parte é incluída na lista de peças de uma ordem específica. Na engenharia ele é usado para configurar as opções do equipamento da referida ordem e checar a validade desta em relação ao padrão pré-definido. Na manufatura o sistema PDM define a lista de materiais necessária para a montagem do produto em uma certa planta e data [60].

Sacker e Bryan [58] contribuíram com a definição das características principais de um PDM que são: *vault* (cofre de dados), classificação e tecnologia de grupo e gerenciamento de projeto, gerenciamento de processo, e muitas vezes de fluxo de trabalho (*workflow*) e gerenciamento da estrutura do produto, incluindo gerenciamento de configuração, gerenciamento de acesso, cobrindo o transporte, tradução e integração dos dados, conforme mostrado na Figura 11.



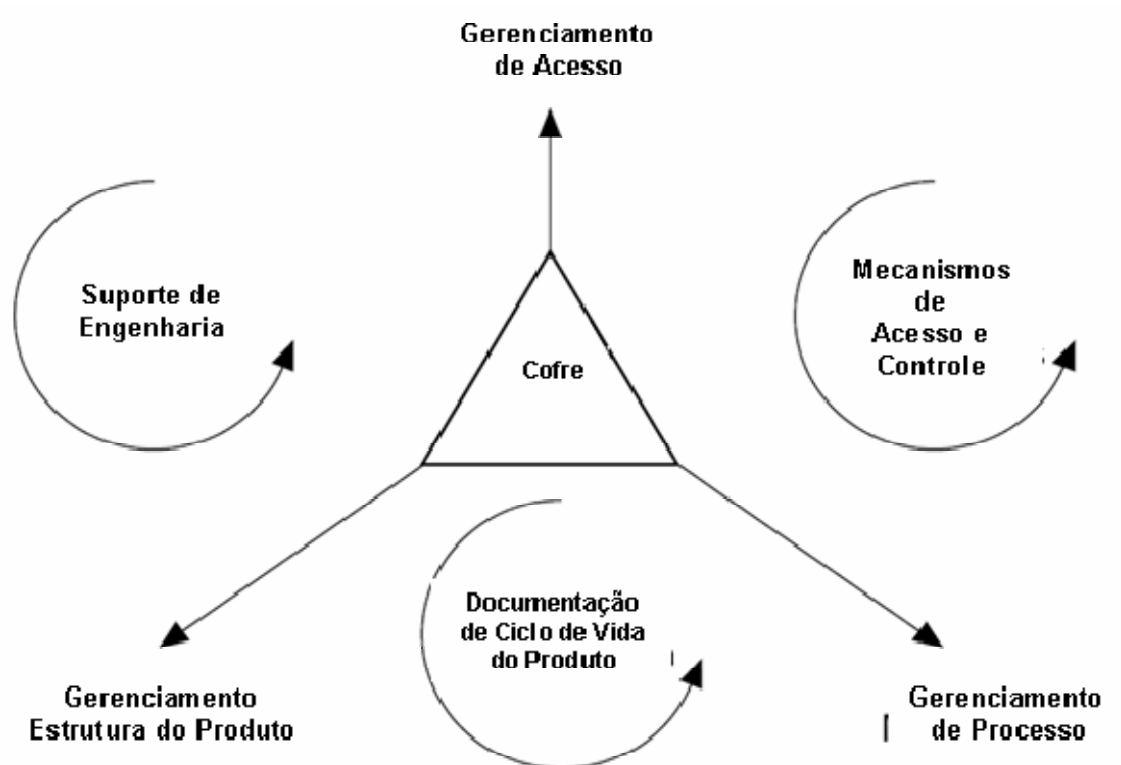


Figura 11: Estrutura do banco de dados de um PDM – Cofre de segurança de acesso e de garantia da qualidade dos dados (adaptado de [58]).

Os requisitos que devem ser atendidos por um PDM, são: [58]

- i. Documentação do ciclo de vida do produto;
- ii. Mecanismos de acesso e controle;
- iii. Suporte da engenharia.

O *vault* é o repositório central para os dados relativos do produto, a câmara selada dos dados. Ele contém qualquer um dos objetos do produto bruto, ou pode direcionar os usuários para a localidade atual dos objetos dos dados do produto. O *vault* tem a facilidade do controle de entrada e saída, a autorização de acesso e processo de gerenciamento de liberação. Estas funções mantêm os dados do produto num caminho seguro e controlado. O servidor arquiva informações sobre os objetos no *vault*. As informações podem ser encontradas na última versão, histórico de revisões, *status* atual (*check-in* ou *check-out*) e disponibilidade de autoridades de acesso. A relação entre dados do produto,

configuração específica do produto, forma e estrutura do produto. A tecnologia de classificação e de grupo estrutura os objetos de dados no *vault* [58].

Kumar e Midha [35] apontam que a manutenção de dados históricos de quase toda a informação relativa ao produto, numa fácil e acessível forma é um dos pontos que o PDM tem seu foco. Ele não tem sido usado somente para distribuir os dados pelas organizações, mas também nas organizações externas para incluir parceiros, fornecedores e contratados. O sistema provê um forte e efetivo gerenciamento das mudanças, que ocorrem num estágio inicial do ciclo de vida de um produto ou num estágio já mais avançado [35].

Gaiscoine [18] afirma que os sistemas PDM podem ser considerados exatamente como o componente crítico em ajudar as empresas em melhorar a qualidade e a confiabilidade do produto, acelerar o tempo de disponibilização do mesmo para o mercado e reduzir os custos de desenvolvimento do produto. Da perspectiva de processo, esse sistema pode gerenciar procedimentos como revisão de projetos, aprovações, liberações de produtos, entre outros. As funções específicas de um PDM garantem que estes requisitos serão obtidos e poderão ser sumarizados como segue:

i. Funções dos Usuários: [18]

- Gerenciamento da liberação de projeto;
- Gerenciamento da mudança;
- Gerenciamento da estrutura do produto;
- Classificação – provê ferramentas para procura e para recuperação de partes padrões e a existência de dados de projetos;
- Gerenciamento de programa – cria a quebra de estruturas e planeja recursos.

ii. Funções de utilidade: [18]

- Comunicação e notificação;
- Transporte de dados;
- Tradução de dados;
- Serviços de imagem – provem uma capacidade de visualizar para revisar as imagens gráficas e talvez prover marcações em vermelho para comentários.
- Administração – provê funções que estão disponíveis para ajustes iniciais, customizações e a gerencia do sistema propriamente [18].

Anderl e Silberbach [5] afirmam que para a manufatura, a precisão na montagem sempre depende do desenvolvimento, da produção e da distribuição de informações ordenadas e eficientes. Todos os dados coletados ou disponibilizados pelos sistemas legados, como por exemplo: Dados de CAD / CAM ou ainda ERP, são coletados ou disponibilizados para acesso por meio de uma mesma base de dados. Esta base proporcionará a visualização do produto usando gráficos interativos 3D por membros das mais diferentes localidades do time do PDM colaborativo. Principais Mudanças:

- Da cultura de trabalho em papel para o modelamento digital;
- De uma visão 2D para 3D numa base Virtual de Gerenciamento do desenvolvimento do Produto e do Processo;
- Do Taylorismo para uma organização Holística baseada sobre o gerenciamento do Processo e do Produto.

A integração do modelo do produto é a mais importante base e pré-requisito para o Sistema de Integração aplicada. Dados de apresentação do produto incluem o padrão de informação que represente de forma gráfica e alfanumericamente o mesmo. Isto garante a consistência da informação: lista de peças, desenhos, normas, etc., de forma eletrônica e disponível para consulta nos diversos terminais com autorização de acesso dada somente aos

usuários responsáveis, como mostra a Figura 12 [5].



Figura 12: Dados de Desenvolvimento de um Produto (adaptado de [5]).

O desenvolvimento do produto na engenharia e o detalhamento do processo na geração de um equipamento são os pontos chaves na obtenção de valor e lucratividade das organizações, além do ganho de menor lead times na execução dos processos internos e externos na obtenção dos bens finalizados e já disponibilizados de forma útil para o nosso cliente. E todo ganho por eles advindo na otimização do uso dos recursos e menores dispêndios com os retrabalhos provenientes de problemas de falta de sincronismo na divulgação das informações relevantes para o produto e processo. Para que se tenha ganhos significativos nos processos internos e externos de uma empresa, necessita-se de métodos e ferramentas eficientes e mais precisas no desenvolvimento virtual colaborativo do produto. Desenho de formas, parâmetros e fases em 3D-CAD, além das *features* (Material, dados de Tecnologia, etc., conforme demonstrado na Figura 13, são os tipos de dados disponibilizados e gerenciados pela ferramenta PDM/ PLM) [5].

Um ponto importante a ser considerado nos trabalhos colaborativos, é a disponibilização da ferramenta certa no momento certo, como CAD para a Cinemática, o processo de montagem e desmontagem, o sistema de análise de elementos finitos (FEA), o sistema de simulação multi corporal, *Numerical Control Programs* (NC – programas de controle numérico), simulação de

manutenção. O teste de processo de uso do produto, documentação técnica do produto (TPD) e o próprio *enterprise resource planning* (ERP), conforme mostrado na Figura 14, que detalha os vários softwares utilizados no período de desenvolvimento do produto [5].

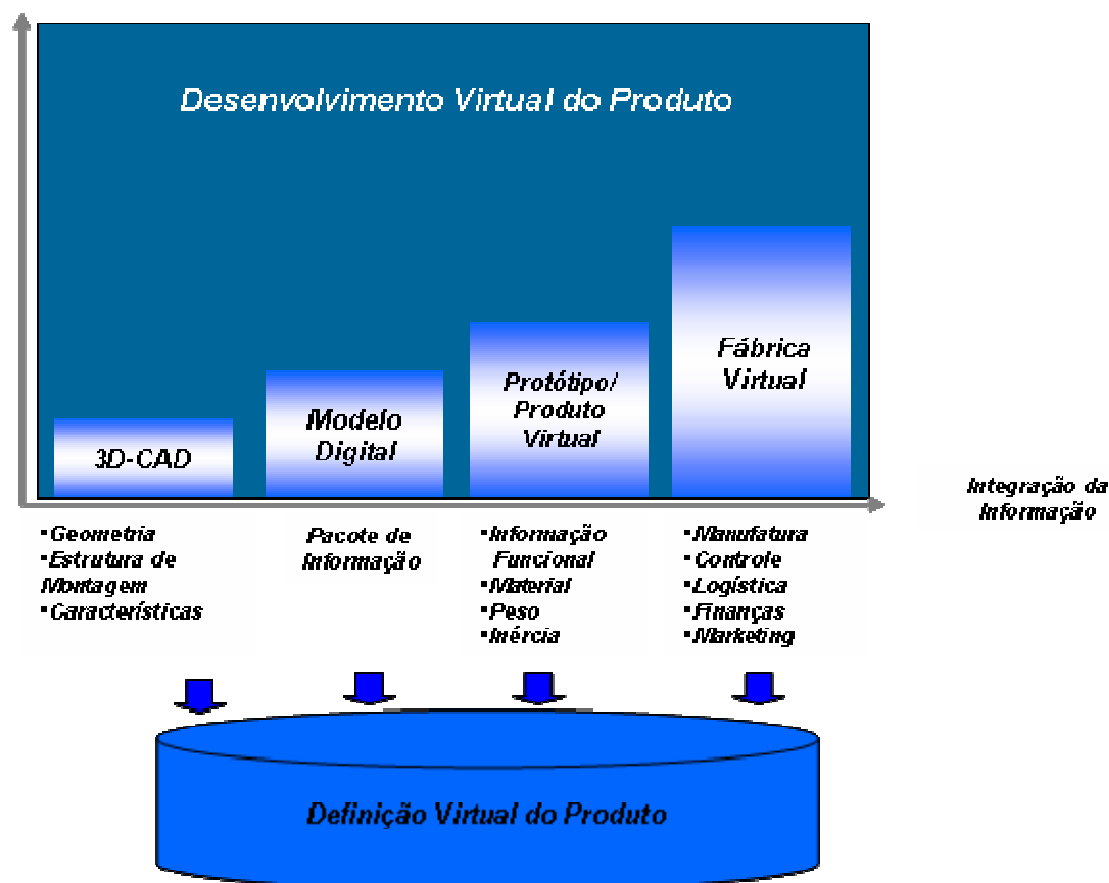


Figura 13: Vista geral da aplicação de um software para desenvolvimento virtual do produto (adaptado de [4]).

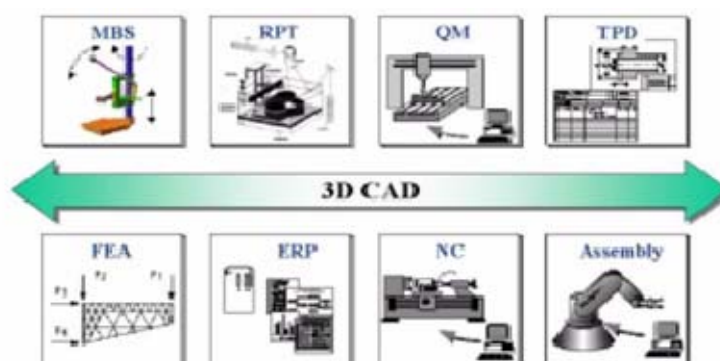


Figura 14: Canais de processos em um desenvolvimento virtual do produto [5].

O planejamento da produção e a própria produção fazem parte da engenharia simultânea. O PDM permite o acesso aos desenvolvimentos e desenhos num determinado tempo que agilize a tomada de decisão de toda a cadeia Produtiva, como demonstram as Figura 15 e a Figura 16, propiciando melhores produtos, menores Lead Times e baixos custos de produção [5].

Todo esse processo precisa de trabalho cooperativo auxiliado por computador (CSCW - *Computer Supported Cooperative Work* - trabalho cooperativo auxiliado por computador). Este possibilitará vídeo-conferências e o uso de metodologias que são tipicamente distintas para cada unidade, como camadas de Redes Privadas Virtuais, Figura 17. A meta é aproveitar as novas oportunidades de negócios e até mesmo, se possível, aumentar a competitividade dos parceiros intergrupos, pela melhoria das ferramentas disponibilizadas. [5]

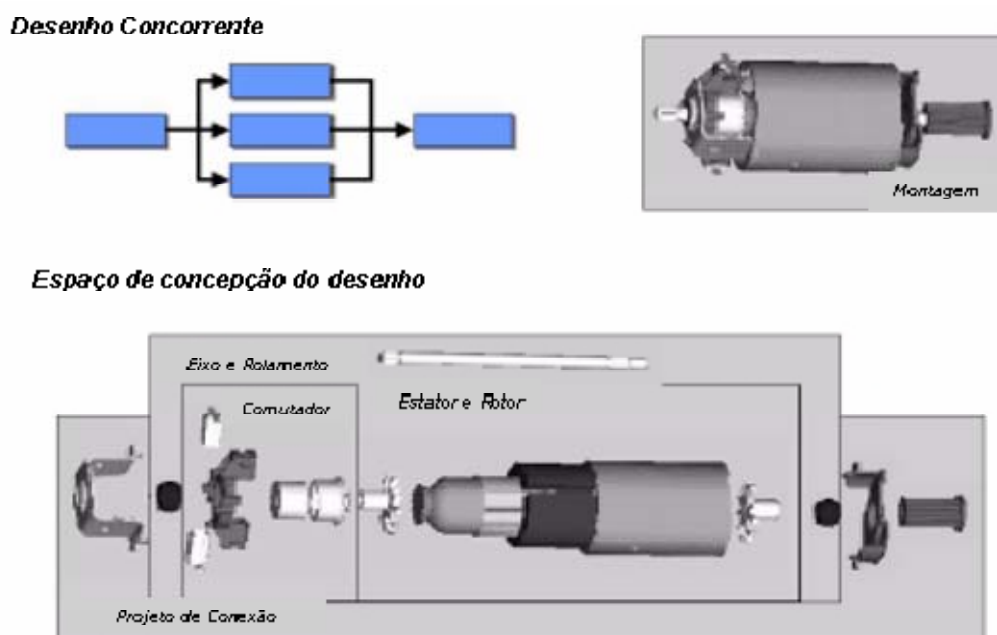


Figura 15: Engenharia concorrente (adaptado de [5]).

A grande vantagem desta funcionalidade é a de ligar dois pontos distantes de execução do produto em uma mesma plataforma de desenvolvimento, possibilitando o contato a distância entre todos os membros que participam do projeto. Esta Figura 17 mostra a interação entre os mesmos e o compartilhamento

de informação entre eles. O fato é a economia no tempo despendido na execução desta fase de desenvolvimento, a economia no deslocamento das equipes e a precisão da informação trocada em tempo real. Todos estes fatores estão disponíveis aos usuários e à equipe gestora deste processo.

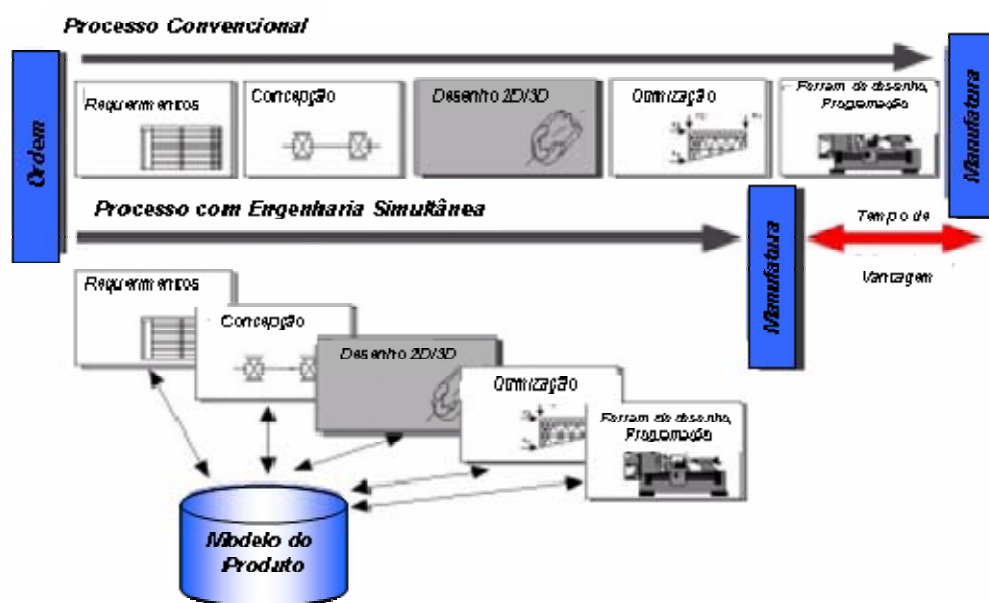


Figura 16: Engenharia simultânea (adaptado de [5]).

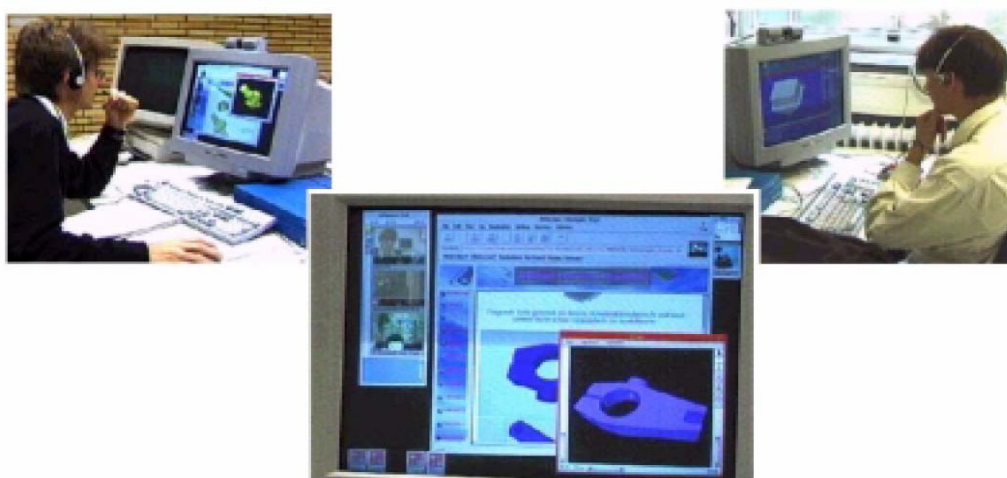


Figura 17: Desenvolvimento colaborativo virtual do produto usando CSCW – Ferramentas (adaptado de [5]).

A chave para o sucesso das empresas competitivas é o *software* que gerencia o processo de engenharia e o detalhamento do produto simultaneamente. Além da engenharia colaborativa, Figura 18, tudo precisa ser bem detalhado, desde as principais atividades até as sub-atividades na elaboração e desenvolvimento do produto. Todos os critérios e as regras para as trocas de informações entre as empresas precisam ser definidos e deixados de forma bem clara [5].

PLM é definido como uma estratégia de negócios que permite o suporte na engenharia colaborativa, Gerenciamento, disseminação e no uso das informações de definição do produto dentro de toda a Organização até o fim do ciclo de vida do projeto – integrando pessoas, processos, negócios, sistemas, empresas e informações [10].

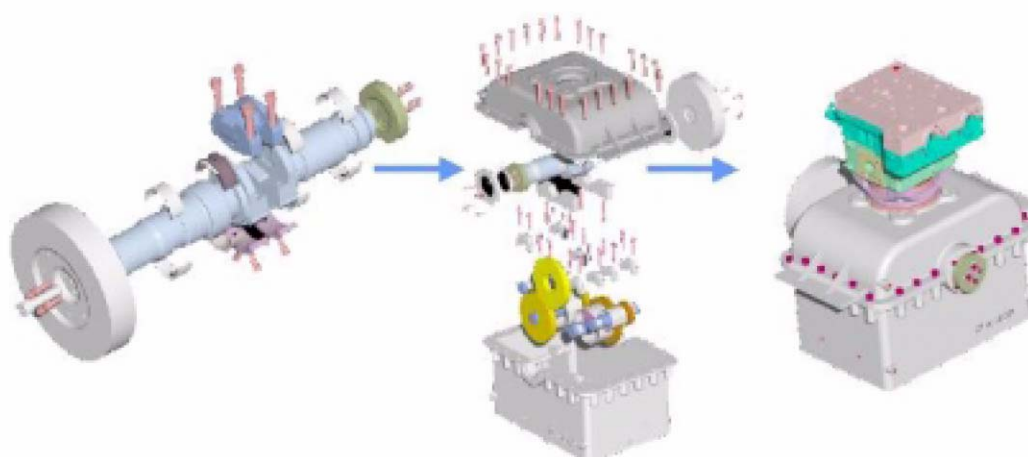


Figura 18: Teste de um cilindro de um motor como fora aprovado no projeto colaborativo (adaptado de [5]).

Karcher, Dettmering, Engel e Arnold [28] mostram que é preciso um modelo de procedimento para um contínuo gerenciamento da Informação do Ciclo de vida do Produto. Para tanto, o suporte de TI está, cada vez mais, se tornando um fator estratégico de competitividade, particularmente para o setor de manufatura. O PLM será o principal foco das companhias nos próximos anos. Para que este projeto não tenha os costumeiros problemas de implantação e o fracasso na sua estratégia de sua priorização e instalação nas empresas se faz necessário um *expert* no uso de suas ferramentas [28].



A Figura 19, sugere um modelo para o gerenciamento dos sistemas de informação. Isto está fundamentado tecnologicamente na existência de padrões. Nela podemos verificar que a implementação passará por uma seleção, depois, por metodologia, linhas mestras, ferramentas e procedimentos específicos para o porte da empresa. A fase final é a da adaptação do software às características da empresa. Alguns tipos de restrições que são pré-requisitos nas companhias para iniciar o processo de uso do PDM são: A existência de um sistema de TI, a infra-estrutura da companhia e o fluxograma geral de toda a organização [28].

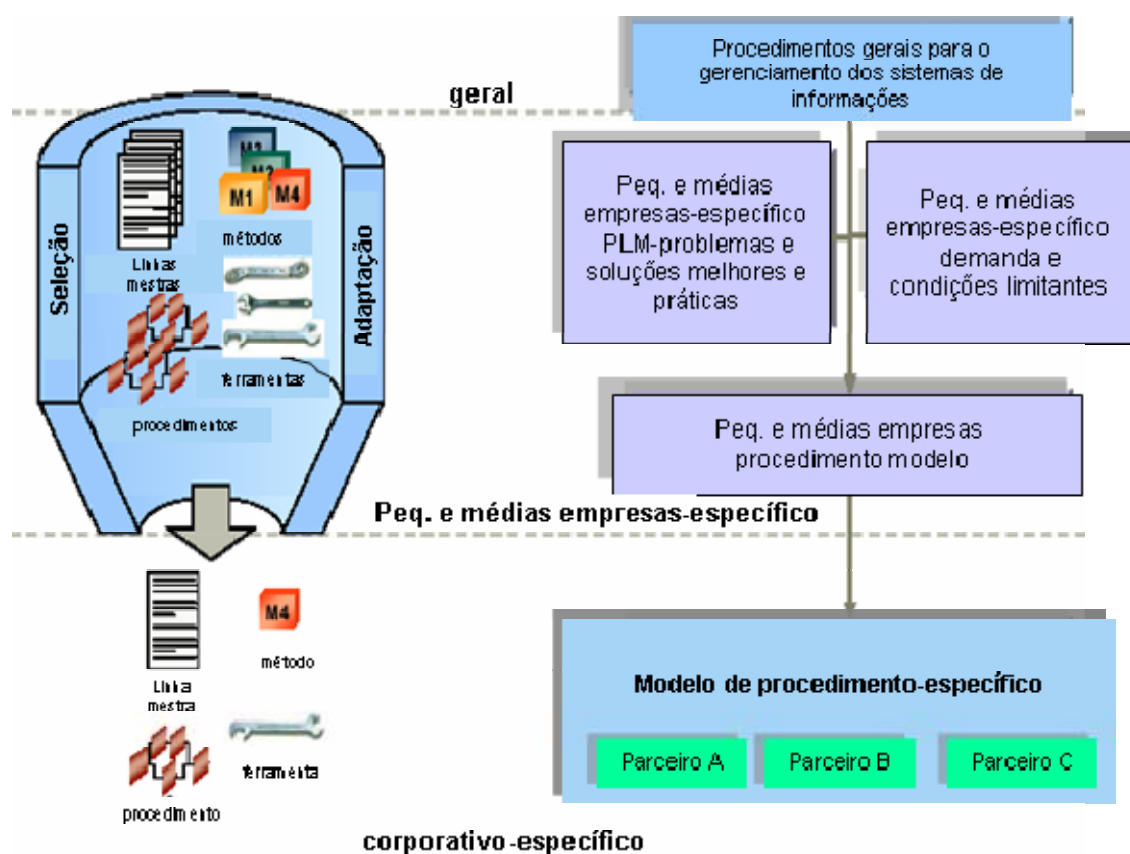


Figura 19: Modelo de metodologia/ padrões de gerenciamento de sistemas de informação (adaptado de [28]).

A visão do PLM define a estratégia de objetivos da companhia contendo todos os caminhos com os quais a empresa opera, como segue na Figura 20 [28]. De forma espiral as fases são atingidas e passando para a próxima. O círculo é dividido em 4 partes iguais, em que se encontram: 1) Leitura dos valores e propostas para dar início a um projeto; 2) Análise das especificações e

requerimentos para chegar a maturidade dos mesmos; 3) Desenvolver as Especificações do projeto; 4) Implantação e integração do sistema desenvolvidos e finalmente sistema implementado e testado. Estas fases deverão ser sempre refeitas para que o sistema seja mais bem aproveitado. Uma utilização ajustada do PDM requer que consecutivos subprojetos sejam selecionados com o foco no máximo benefício para a companhia, e que as dependências entre os vários aspectos do PLM sejam também tomadas e consideradas nos mesmos [28].

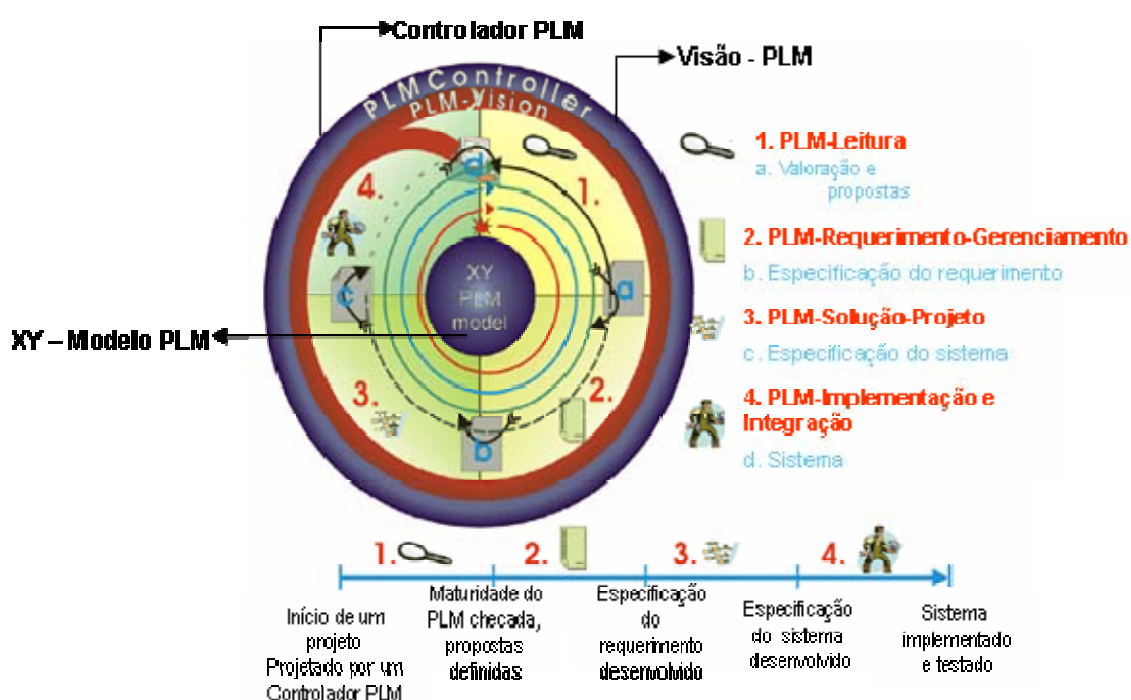


Figura 20: Estratégia de objetivos que norteiam os trabalhos (adaptado de [28]).

Para o sucesso deste empreendimento, dever-se-ia utilizar as referências específicas, a norma detalhada, os padrões, os documentos que mais caracterizam o funcionamento da organização e fazer a verificação se essas diretrizes satisfazem as várias motivações possíveis do corpo gestor. Desconsiderando se o mesmo deseja uma visão superficial da tecnologia e as suas vantagens e desvantagens, ou se ele deseja encontrar exemplos de aplicação específica. O enfoque é assegurar um melhor posicionamento das empresas no mercado internacional no uso dessa tecnologia [28].

## 2.2.2 APLICAÇÃO DE UM SISTEMA PDM

Xu e Liu [69] apresentam que um sistema PDM, tem muito potencial para expandir a abertura de acesso a outros *softwares* e incluir mais usuários finais e melhorar a colaboração entre os participantes. As medidas de segurança de usar *Web* e internet têm sempre sido as maiores preocupações. Os riscos envolvendo um sistema PDM são controlados pela aplicação de *firewalls*, exercitando e exigindo senhas de acesso dentro da rede da organização. A arquitetura de um PDM-*Web* facilita as atividades de projeto colaborativo [69].

Gascoigne [18] mostra que o durante todo o processo de projeto, o sistema PDM arquiva informações de produto e de projetos associados, relativos aos desenhos, modelos mecânicos de sólidos, PCB, *layouts* de instruções de montagens, relações entre produtos e planos de processos num banco de dados relacional. A interface gráfica oferece a cada pessoa, a habilidade para acessar e revisar as informações de engenharia. Os usuários podem facilmente definir os seus próprios caminhos de endereçarem os dados, configurações, auditorias por intermédio do repositório de dados centralizado [18].

O sistema PDM provê ao time de projeto ou ao grupo de trabalho uma ferramenta de gerenciamento flexível de dados para atender aos requisitos dos engenheiros de produtividade e qualidade. Ao mesmo tempo, o gerenciamento do projeto como um todo, é melhorado pela provisão de uma avançada ferramenta de criação de dados relacionais para acessá-los por meio de atributos comuns e de forma segura [18].

Pelo intermédio de aplicações de visualização, por nível de atividade, tais como checar e acompanhar revisões de projeto, autorizações e desenhos, o sistema prove um controle procedimental sobre a metodologia de projeto, por facilitar aprovações e notificações dos membros de projeto sobre o *status* do mesmo. Como resultado, ele prove a requerida melhoria interna da coordenação para permitir às companhias, introduzirem a engenharia concorrente e comprimirem o ciclo total de desenvolvimento de produto. Os principais resultados alcançados são nas seguintes áreas: [18]

- i. Menos mudanças de engenharia;
- ii. Redução do tempo de desenvolvimento dos produtos;
- iii. Melhor mapeamento para auditoria;
- iv. Melhoria na qualidade de comunicação entre os membros do time;
- v. Respostas mais rápida ao cliente e;
- vi. Redução de custos administrativos [18].

Segundo Sacket e Bryan [58] o sistema PDM auxilia no controle de dados de engenharia de um produto por assistir aos engenheiros e gerentes com as atividades de gerenciar os dados de definição de produto e o processo de criá-lo. As empresas têm como lidar com o aumento das expectativas dos clientes e com os requisitos mais exigentes. Tradicionalmente, dados complexos de manufatura têm sido requeridos para coordenar sistemas de produção em massa e, prover flexibilidade nos sistemas de manufatura para atender aos requisitos específicos do cliente. A flexibilidade deve ser construída dentro da fase de projeto e esperada no processo de manufatura [58].

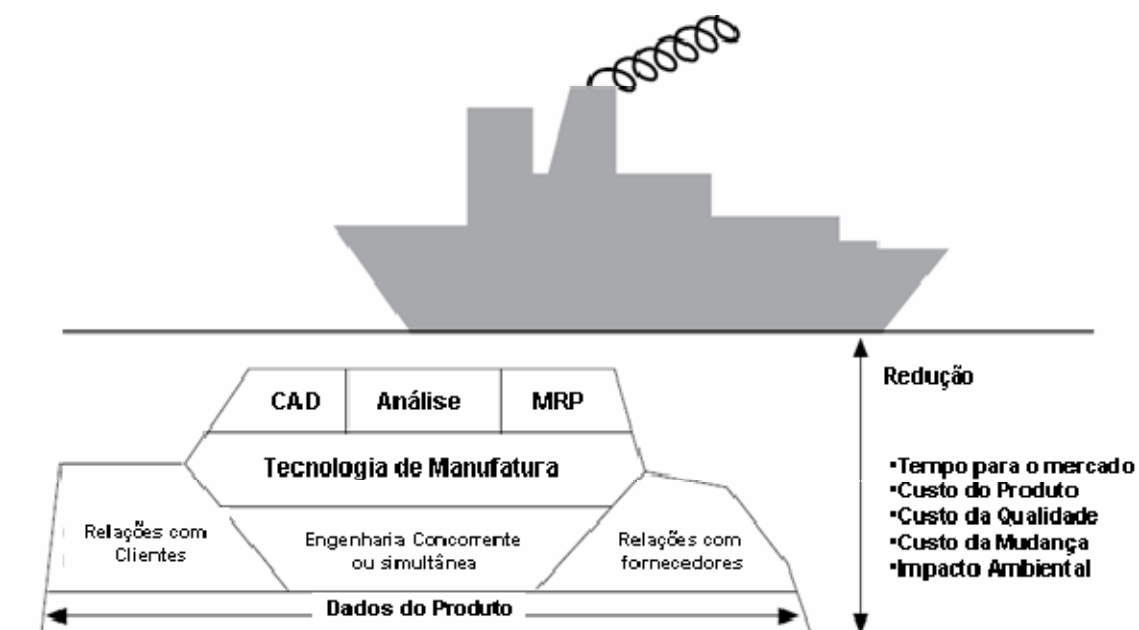


Figura 21: Fatores chaves de desempenho de uma organização (adaptado de [58]).

A Figura 21 e Figura 22 mostram os atuais fatores chaves de desempenho de uma organização, como, menor *time-to-market* (tempo de colocação no mercado), redução de custos de produtos, redução dos impactos ambientais, melhoria da qualidade dos produtos, e aumento da flexibilidade, que estão sendo conduzidos por iniciativas tais como: engenharia concorrente, MRP, gerenciamento total da qualidade e aplicações de CAD / CAE [58].

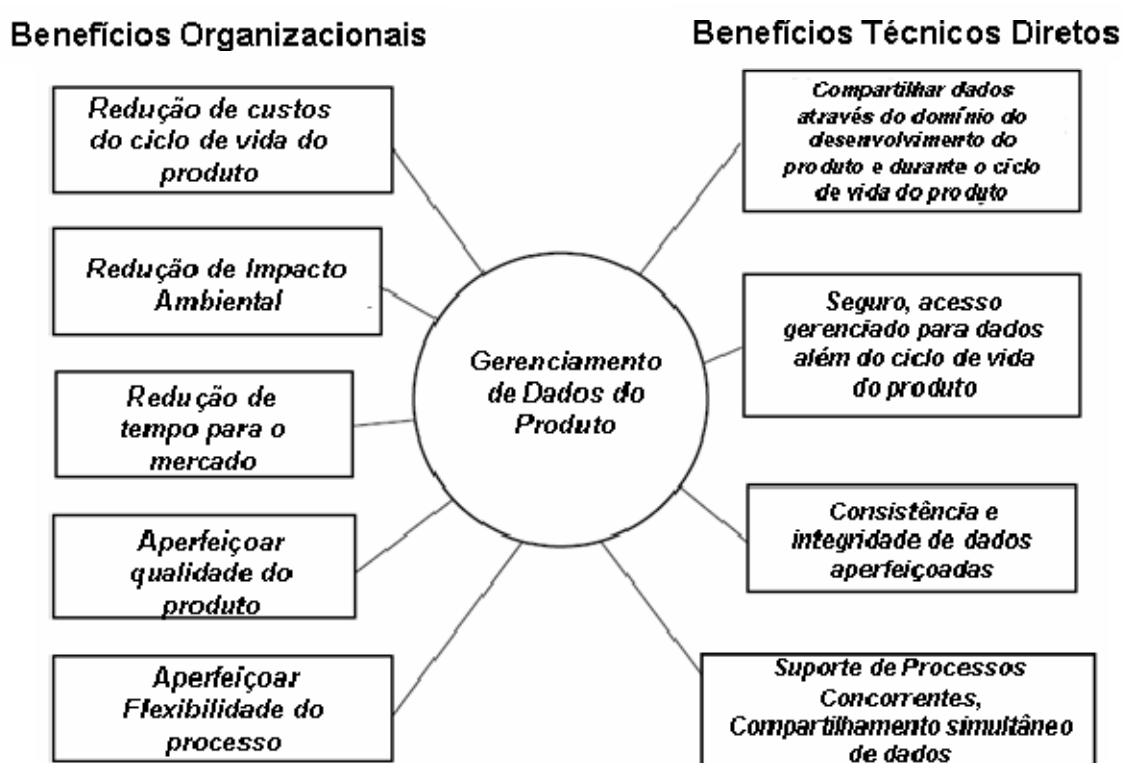


Figura 22: Benefícios de se usar um PDM (adaptado de [58]).

Muitos destes benefícios precisam ser interpretados pelas organizações, para então, atenderem os requisitos específicos do negócio em que elas atuam, podendo assim focar no objetivo principal a ser buscado, e quando implementado com sucesso pode ser entregue benefícios ainda maiores do que aqueles planejados inicialmente [58].

### 2.2.3 MELHORIAS CONTÍNUAS EM UM SISTEMA PDM

Sacket e Bryan [58] apontam que as partes padronizadas, processos e outras informações de projetos podem ser agrupadas por um atributo comum e

liberados para uso nos produtos. A classificação de funções torna isto mais fácil para encontrar objetos, tanto padronizados, ou similares e incorporá-los no respectivo projeto.

O gerenciamento da estrutura do produto é uma hierarquia de partes definidas e montadas. As especificações e documentos técnicos, *softwares*, resultados de testes, e análises de resultados são amarrados na estrutura do produto. Eles são mais complexos e inteligentes que a tradicional lista de materiais e podem ser vistas em caminhos diferentes por vários grupos envolvidos no ciclo de vida do produto. A estrutura do produto reflete mudanças para o produto e as descreve como variações de projeto, versões e efetividades, melhoria do produto, variações, e mudanças na tecnologia são arquivadas como configurações [58].

O gerenciamento de processos é um ambíguo processo *ad hoc* de projeto, desenvolvimento, e mudança de engenharia e pode ser substituído com um processo de trabalho claro e pré-definido e com pontos de controles. Os processos e os controles podem remover atividades repetitivas dos usuários, por eventos disparados pró-ativamente, atualizando os dados de produto, configurações, relacionamentos, e versões. Certas autorizações e procedimentos podem ser construídos dentro do *workflow* para manter a integridade da liberação e da aprovação. A assinatura automática, notificação e procedimentos de liberação trabalham transparentemente. A interrogação de um objeto de dados do produto pode revelar o respectivo *status* (liberação e versão), o progresso dentro de um processo e qualquer assinatura ou processos pendentes. As regras podem ser ajustadas para lembrar os aprovadores da pendência de assinaturas. O fluxo de processos pode ser pré-definido por tipos diferentes de processos, desenvolvimento de produtos novos, mudanças de engenharia e customização [58].

O sucesso em gerenciar dados de produtos não termina quando o sistema é colocado em produção, ou logo após quando a ligação ocorrer. Se a organização usar o PDM como uma ferramenta competitiva, o gerenciamento dos dados deve ser tema para revisões e melhorias ao longo do tempo. Por

meio deste processo, a organização estará habilitada para adaptar sua estratégia em obter novos desenvolvimentos internos e externos e inovações tecnológicas. A aplicação da tecnologia é um estágio neste desenvolvimento, mas ela certamente não é o fim [58].

Para Anderl [4] os indicadores e as estratégias de sucesso no desenvolvimento de produtos são primariamente: 1) Atender os requisitos do mercado e as necessidades do cliente; 2) Criar mercados; 3) Reagir rápido às mudanças do mercado; 4) Desenvolver e produzir produtos eficientemente e efetivamente e; 5) Otimizar os fatores de sucesso que influenciam no triângulo mágico (custo, qualidade e tempo) [4].

Estes fatores são a base para a melhoria de desempenho esperada do uso de um sistema PDM / PLM. Caso algum desses indicadores não esteja bem, serão necessários uma revisão do sistema e uma análise do que poderá ser feito para redirecionar o uso do sistema e atingir as metas esperadas do mesmo [4].

Para que esse redirecionamento seja o mais assertivo possível, as estratégias para criar um mercado continuamente bem sucedido derivarão da seguinte preparação da área de negócios da empresa: 1) Definição do espectro de produto (segmento de produtos, linhas de produto, inovações de produtos); 2) Posicionamento dos produtos em fases de ciclo de vida (visão econômica) e; 3) Análises competitivas. Desta preparação emergem as estratégias, sendo: [4]

- Priorizar o desenvolvimento de produto;
- Diversificar ou consolidar a variedade de produtos;
- Gerenciar a inovação de produtos;
- Organizar as estruturas de produtos e;
- Aplicar a metodologia de desenvolvimento de produtos.

Gerenciamento do desenvolvimento de produtos é baseado no entendimento do mesmo como um processo que precisa organização e controle e tem que

otimizar continuamente os indicadores de sucesso. O estudo dos processos passa pelas seguintes estratégias: [4]

- Mapeamento da metodologia de desenvolvimento de produtos por meio de um processo;
- Organizar os processos de desenvolvimento de produtos em projetos;
- Definir e manter a organização de processos de desenvolvimento;
- Gerenciamento de *workflow* e;
- Gerenciar a maturidade do produto.

As estratégias não são fixas e nem baseadas somente nas descrições acima. No entanto, o gerenciamento deveria estar ciente de que tais estratégias e programar continuamente uma revisão crítica das mesmas porque elas estão sempre ligadas a atividades em andamento. Baseadas na descrição destas estratégias uma tendência importante é observada na indústria, o aumento da necessidade da engenharia colaborativa ou simultânea usando tecnologias modernas de comunicação e de informação [4].

Com as referências citadas vê-se a necessidade de se ter a figura de uma pessoa que cuidará da atualização do sistema ou da verificação se o mesmo está sendo mantido corretamente para o seu devido uso e para que seja disponibilizada toda a sua potencialidade em benefício do usuário final.

#### **2.2.4 TENDÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO NOS SISTEMA PDM**

A tendência dos sistemas PDM / PLM pode ser vista na Figura 23 que evidencia que os sistemas PLM têm se desenvolvido muito nos últimos anos e têm como missão o atendimento dos requisitos dos clientes por parte daqueles que operam esses sistemas. A Figura 24 mostra esta contínua integração entre fornecedor e cliente para que todo o ciclo de informação seja constante e satisfaça as expectativas dos clientes em ter o equipamento ideal para atender



às suas reais necessidades.

Os sistemas PLM estão passando por melhorias e cobrirão novas arquiteturas de hardwares e de *softwares*, novos modelos de negócios das organizações, um desenvolvimento de um destacado padrão de PLM, de serviços troca de dados entre as organizações e o desenvolvimento de um compreensivo modelo de implementação. Outras melhorias passarão por: processos de ciclo de múltiplos, métodos e ferramentas de TI para suporte das mudanças dinâmicas em serviços, gerenciamento de dados e processos no ciclo de vida inteiro de serviços, o suporte de gerenciamento executivo para garantir a economia, a qualidade e o benefício ao cliente e finalmente gerenciamento de comunicação com cliente [1].

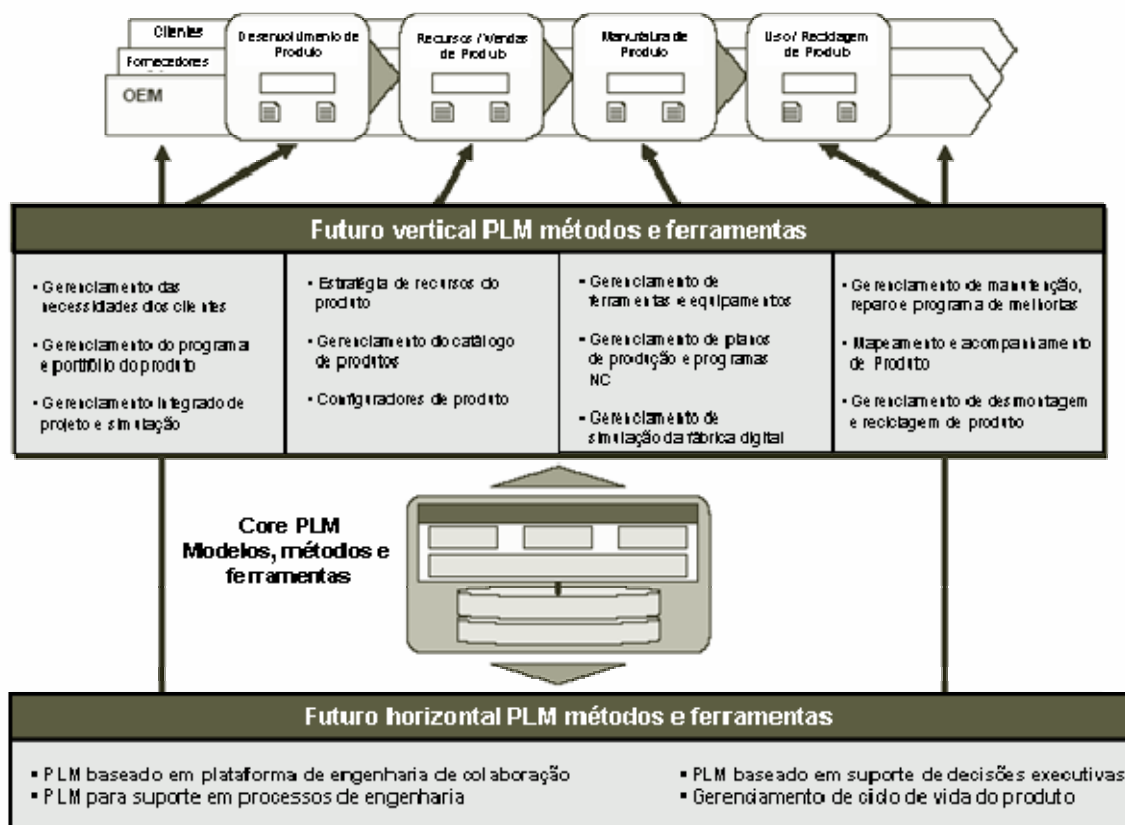


Figura 23: Principais expectativas em relação aos métodos e ferramentas do PLM [1].

Com essa base teórica, pode-se checar se o mercado já está maduro e requerer o desenvolvimento que esses sistemas estão tendo e até avaliar o

grau de maturidade em que o mercado nacional está em relação aos mesmos.

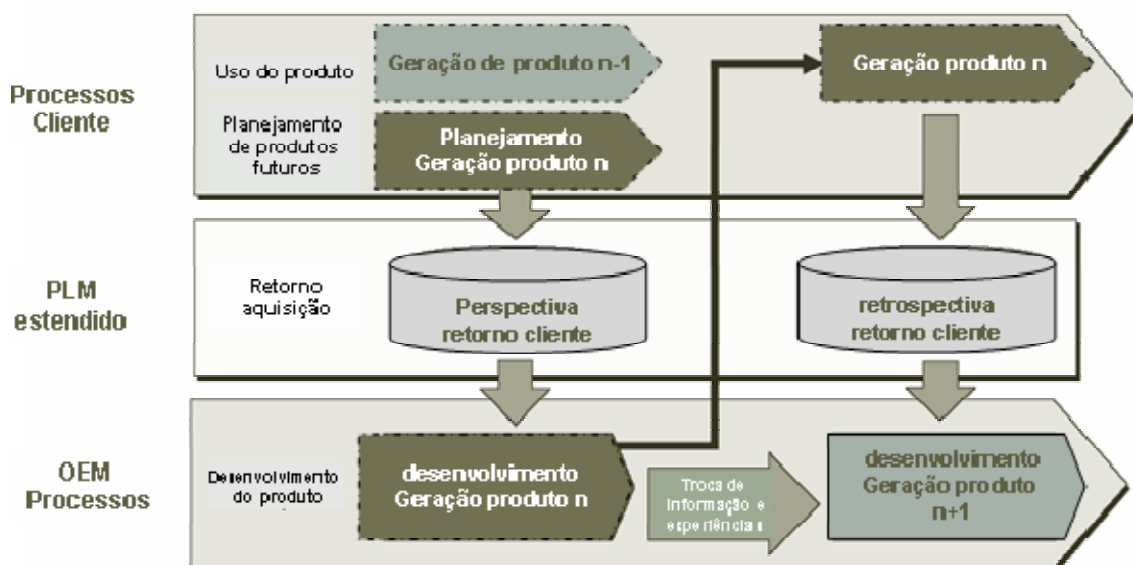


Figura 24: Integração da voz dos clientes pela solução estendida do PLM [1].

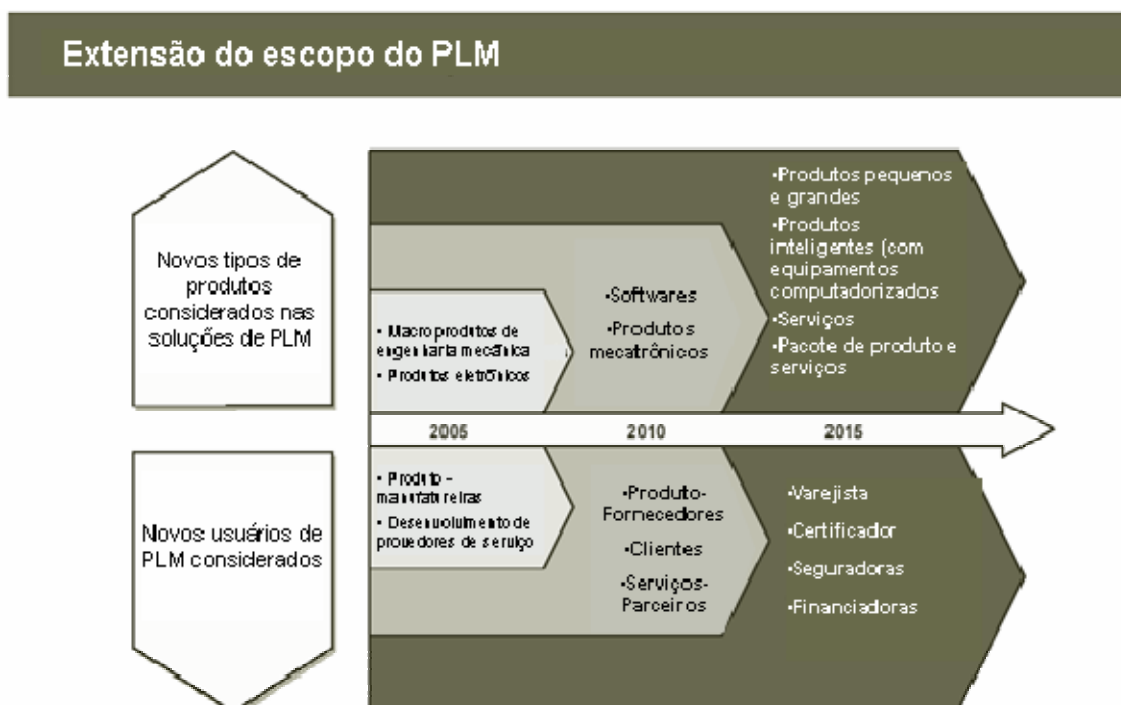


Figura 25: Integração da voz dos clientes pela solução estendida do PLM [1].

A Figura 25 dedica-se a mostrar o escopo a que o PLM deverá atender nos

próximo anos, partindo da presente situação apresentada nos sub-capítulos 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3, para os futuros escopos de atendimento, como: produtos macros de engenharia mecânica, produtos – manufatureiras, desenvolvimento dos prestadores de serviço, *Softwares*, produtos mecatrônicos, produtos – fornecedores, clientes, parceiros de serviços, prestadores de serviços de financiamento, certificadores, serviços, produtos com componentes computadorizados, garantias, pacotes de serviços, varejistas, etc.

Estes sistemas pretendem atender aos potenciais mercados, considerando os tipos de produtos e considerando os usuários. Como se pode perceber o mercado está aquecido e em pleno desenvolvimento, podendo possibilitar a esses sistemas muitas outras funcionalidades e inovações tecnológicas, assim como as tendências de mercado que precisarão ser entendidas e incorporadas nas organizações para a utilização destas evoluções no tempo previsto.

### **2.2.5 DEFINIÇÃO DO EDM**

É um software que permite o gerenciamento de todos os desenhos e os respectivos documentos de projeto, possibilitando o acesso aos mesmos, a qualquer momento e de qualquer lugar. Controla a versão e o *status* dos documentos, o compartilhamento destes dados com os clientes, fornecedores e parceiros que possuam o acesso ao sistema, para a manutenção e revisão dos documentos disponibilizados e o *workflow* de processos de engenharia [6] [51].

A evolução do ERP iniciou no momento em que as organizações começaram a obter muitos documentos digitados (gerados eletronicamente) e também uma quantidade em constante crescimento de documentos digitalizados (transformados em documentos eletrônicos). Este grande número de documentos eletrônicos, recebidos e gerados pelas organizações, acabou gerando alguns problemas para as empresas no sentido que havia muitos documentos duplicados, cópias de diversas versões do mesmo documento [51], desperdício do espaço de armazenamento e, conseqüentemente, a geração de gastos para originar mais espaço de armazenamento [40].

EDM é um conjunto de tecnologias utilizadas para gerenciar os vários tipos de documentos existentes dentro de uma organização e também promover o acesso simultâneo a esses documentos [40] [51]. Os principais componentes deste sistema podem ser vistos na Figura 26. O banco de dados é gerenciado por um servidor central, que aguarda continuamente pela solicitação do programa central que inclui os programas de interface e de administração. O fluxo é conduzido conforme mostrado na Figura 27.

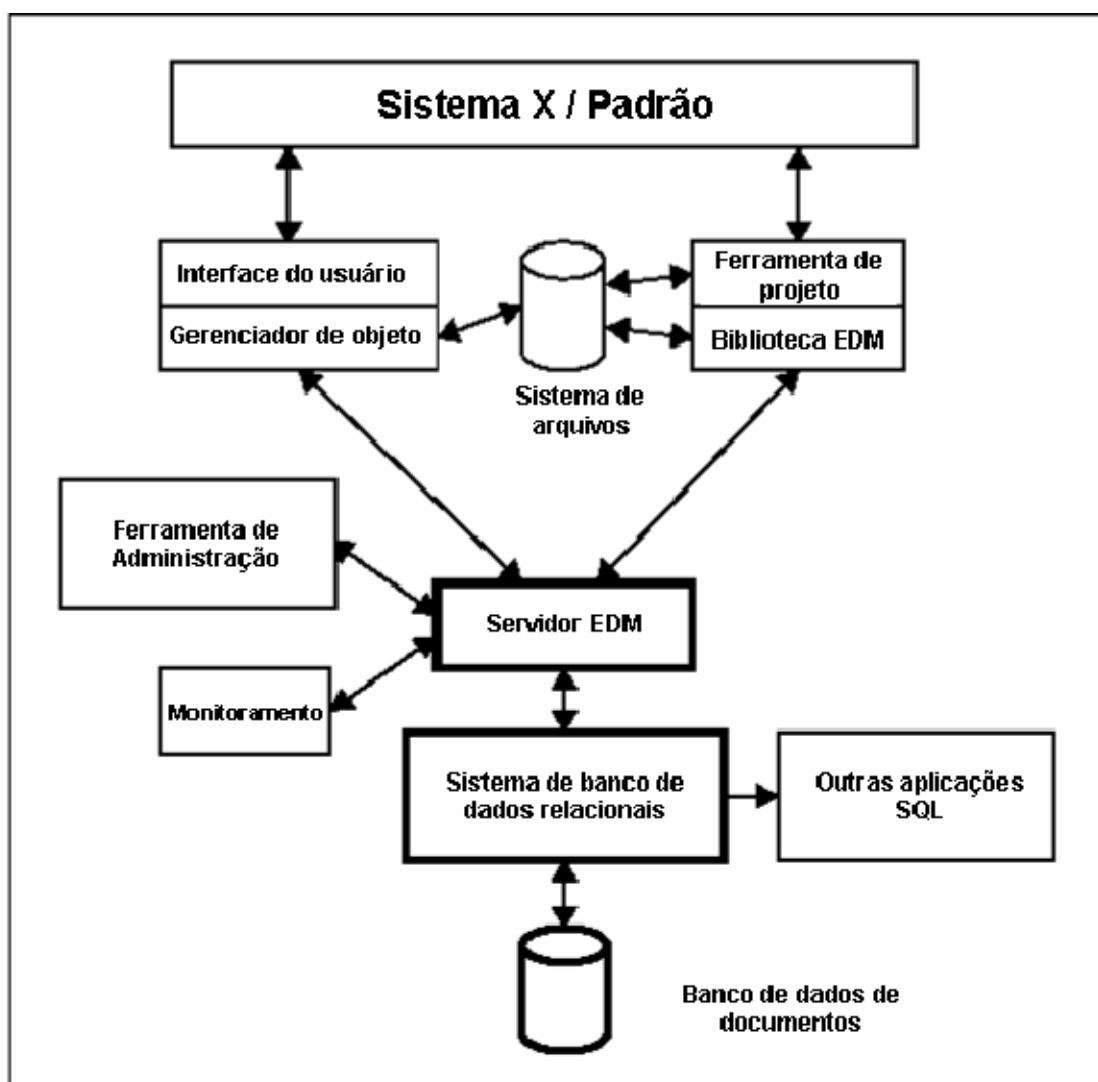


Figura 26: Arquitetura do EDM [51].

O sistema EDM trabalha com a categorização de documentos, tabelas de temporalidades, ações de disposição e níveis de segurança; e possui as suas

tecnologias divididas em cinco funcionalidades: captação, gerenciamento, armazenamento, distribuição e preservação, tendo cada tecnologia uma função própria. As tecnologias podem trabalhar em conjunto ou isoladamente, promovendo a organização dos documentos não-estruturados [40].

O uso do EDM, também conhecido como Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED), possui várias vantagens, tais como: compartilhamento dos documentos, transferência de dados, acabando com a necessidade de criação de várias cópias do mesmo documento; armazenamento centralizado num local específico (servidor), agilizando o acesso e possibilitando seu controle; automatização de processos, possibilitando maior produtividade; e redução de espaço físico para armazenamento de documentos em papel [40] [51].

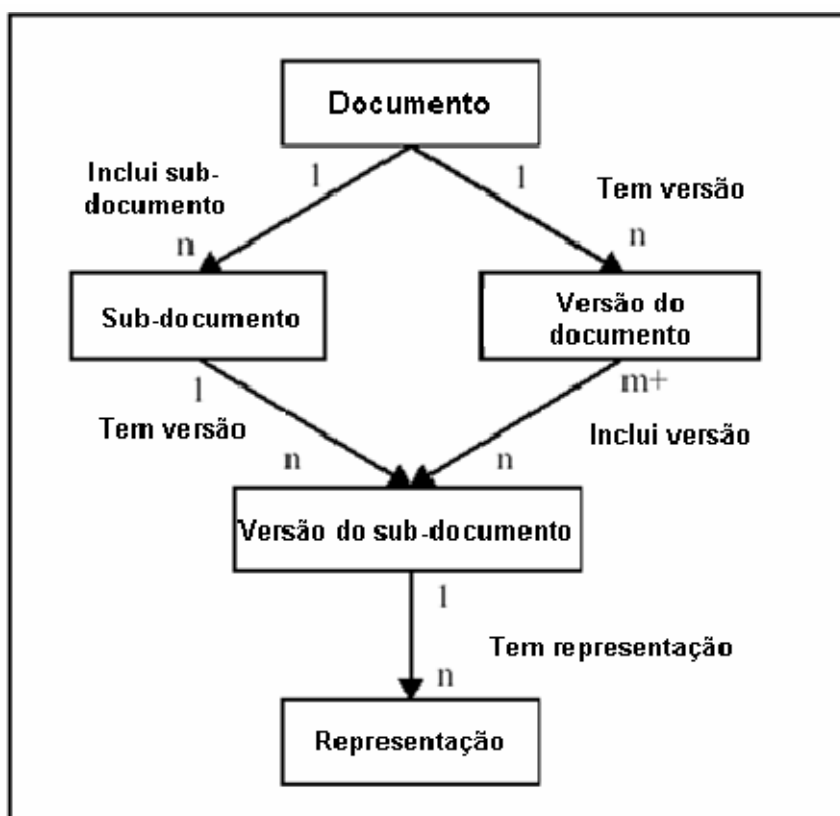


Figura 27: Tipo de objetos e o fluxo de informação [51].

O foco principal deste sistema é o gerenciamento de documentos e a disponibilização destes quando necessário, além da manutenção destes

documentos em uma única base de dados para as mais diversas áreas que se possa imaginar em termos de arquivamento de dados gerados ou microfilmados. O EDM pode ser considerado parte integrante de um sistema PDM e esta parte de um sistema ainda maior que é o PLM. Mas o sistema EDM é comercializado isoladamente por alguns fornecedores.

### **2.3 INTERFACE ENTRE ERP E PDM / PLM**

Para Yang [71], a integração das funções de planejamento de produção e as funções de projeto de engenharia é uma importante área que tem sido focada recentemente pela maioria das organizações, o desenvolvimento dos modelos de análises e a implementação dentro do PLM estão sendo desenvolvidas para suprir essa demanda. Uma interface com as regras de negócio para governar ou gerenciar o fluxo de dados entre o PLM e o MRP fica evidenciada.

A principal proposta do sistema de PLM é gerenciar o processo de projeto e manter os dados do Produto durante o seu ciclo de vida, como: Lista de Peças e a sua liberação pelo MRP durante o estágio de planejamento, além de possibilitar a qualquer momento o acesso aos desenhos do CAD ou ainda, somente a visualização dos mesmos e também os dados de engenharia de desenvolvimento, CAE, poderão ser acessados. O tipo de acesso depende do perfil de autorização que o usuário possui [71].

Algeo e Barmeyer [3] comentam a existência de um ponto de interação entre os sistemas ERP e PDM. Nele há uma necessidade de interfaces entre os dois sistemas para compartilharem separadamente a captura das especificações de engenharia e de recursos. A meta é extrair todas as especificações de produto, de processo de engenharia e de requerimentos de recursos do PDM e usá-los no ERP para suportar as atividades de planejamento e execução. É esperado que os *softwares* ERP, num futuro próximo já estejam preparados para compartilhar estes tipos de informações e de dados com outros sistemas [3].

Uma eficiente integração entre o PDM e o ERP é essencial para uma rápida

conexão dos volumes de produção e a possibilidade para controlar a ordem do cliente com base na produção [13] [54].

### 2.3.1 INTERFACES UNIDIRECIONAIS ENTRE ERP E PDM

Poucos trabalhos têm focado a integração dos recursos de Engenharia e o processo de planejamento de materiais. Na Figura 28 vê-se um esboço de transferência de dados entre os PDM e o ERP. Ele está dividido em três etapas, sendo: conceitual, projeto e implementação. Na etapa conceitual, visa-se conhecer bem os dados organizacionais, o controle, as funções, os dados, etc. Na etapa de projeto, visa-se conhecer bem as similaridades entre os modelos de dados e os sistemas PDM e o ERP. Além de se saber as regras de negócio sobre o fluxo dos dados entre estes sistemas. Na etapa de implementação, o esquema de análise dos resultados é construído no “banco de dados pulmão”. Os dados extraídos do PDM e do ERP são arquivados nele. Uma interface disponibilizada ao usuário aplicará as regras de negócio para governar o fluxo de dados entre estes sistemas [71].

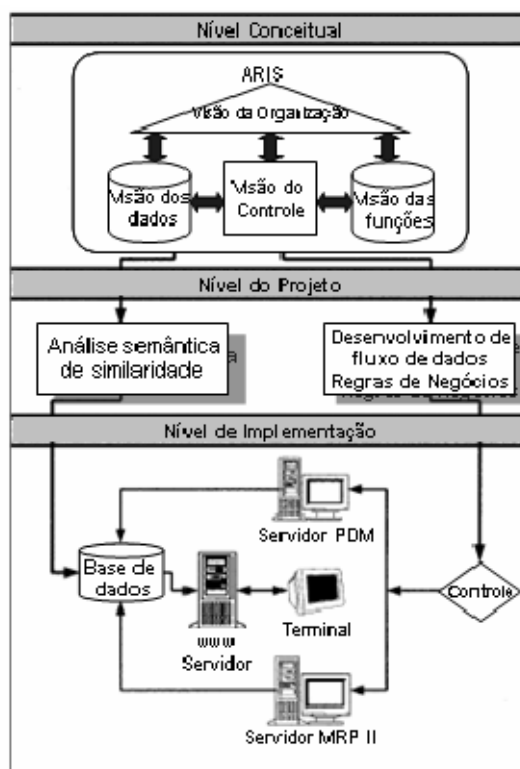


Figura 28: Nível conceitual de uma integração entre sistemas e usuários. Adaptado de [71]

Três tipos de métodos de integração têm sido discutidos: [71]

- Integração orientada pela produção tendo como principal prioridade o MRP. O sistema PDM recebe as informações do MRP.
- Integração orientada pela produção tendo como principal prioridade o PDM. Neste o MRP é requerido para suportar a informação do PDM.
- A principal integração é tratar ambos, PDM e MRP, como iguais. Este é o método mais apropriado. Ambos sistemas têm a mesma informação.

Tudo isso pressupõe que se tenha uma estrutura bem definida de produto.

### **2.3.2 INTERFACES BIDIRECIONAIS ENTRE ERP E PDM**

Pikosz, Malmström e Malmqvist [54] esclarecem a necessidade da existência de um processo formal de encaminhamento e autorização das mudanças nos dados de engenharia nos sistemas PDM. O sistema ERP baseia o planejamento de recursos na estrutura do produto que já fora criado pelo PDM. Uma integração entre ambos deveria prover uma ferramenta efetiva para mudar as estruturas de produtos e gerenciar as variações [54].

Para Yang e Cheng [70] a alta frequência de mudanças de engenharia é umas das principais razões para a instabilidade do planejamento de materiais. E isto se deve porque uma atividade desta natureza pode causar a mudança da lista de peças do produto e isto pode afetar as atividades de planejamento da produção ou de suprimentos. Isto requer uma cooperação entre as áreas de projeto, manufatura, engenharia de materiais e de finanças para minimizar o impacto das mudanças efetivadas já que estes são inevitáveis [70].

Barzizza (2001, *apud* [70]) desenvolveu um esquema de classificação para tratar os fatores que afetam as mudanças de engenharia da pré-mudança do ponto de vista do produto. Se o produto for classificado como “sucata”, ele deveria ter vários problemas técnicos ou de segurança e requereria uma imediata mudança de engenharia. Se o item fosse classificado para



“retrabalho”, então ele necessitaria de algumas melhorias nas suas funções e teria uma baixa prioridade de mudança de engenharia que o do classificado como “sucata”. Finalmente, se este for classificado como “usar como está”, então ele necessitaria arquivar a proposta recebida como uma melhoria de performance, incorporar uma nova tecnologia, desenvolver um processo de produção mais simples, reduzir os custos de produção, ou padronizar a lista de peças. Para estes tipos de produtos, a engenharia de mudança pode conduzir em um tempo hábil e conveniente os trabalhos de desenvolvimento e manufatura [70].

Baseados nos conceitos de engenharia concorrente, se os engenheiros considerarem a influência desses fatores durante o estágio da mudança, ajustes e / ou otimizações, então o tempo e o custo total de desenvolvimento do produto poderá ser reduzido grandiosamente. Os produtos considerados “sucatas” deveriam ter ação imediata, pois, eles carregam a maior parte dos custos e do tempo de desenvolvimento e melhoria. Por isso, necessitam de um cuidado maior e até de um sistema para suportar a análise de impacto no mesmo [70].

A Figura 29 mostra um esboço do sistema de integração. Uma vez alterados os dados do sistema PDM, o módulo extrairá os dados alterados e estes devem ser enviados para o sistema pulmão. Neste sistema os dados são analisados e uma decisão deve ser tomada, encaminha para o sistema ERP ou armazená-los em outro banco de dados. Se os dados forem do tipo para consulta, eles deveriam ser mostrados em uma tela para consulta. Se forem do tipo alteração o sistema deveria gerenciar os dados atualizando a base de dados do MRP diretamente e mostrar os dados atualizados por uma referência de engenharia no MRP. Se ainda forem do tipo alteração gerenciada pelo MRP, o sistema deveria gerenciar similar ao anterior, saindo do MRP e parando no PDM com uma tela de consulta para acompanhar o que fora alterado por uma referência de manufatura no PDM [71]. Este é um ciclo interessante de controle dos dados vindos de ambos os sistemas, garantido um gerenciamento dos mesmos na manufatura e na engenharia.

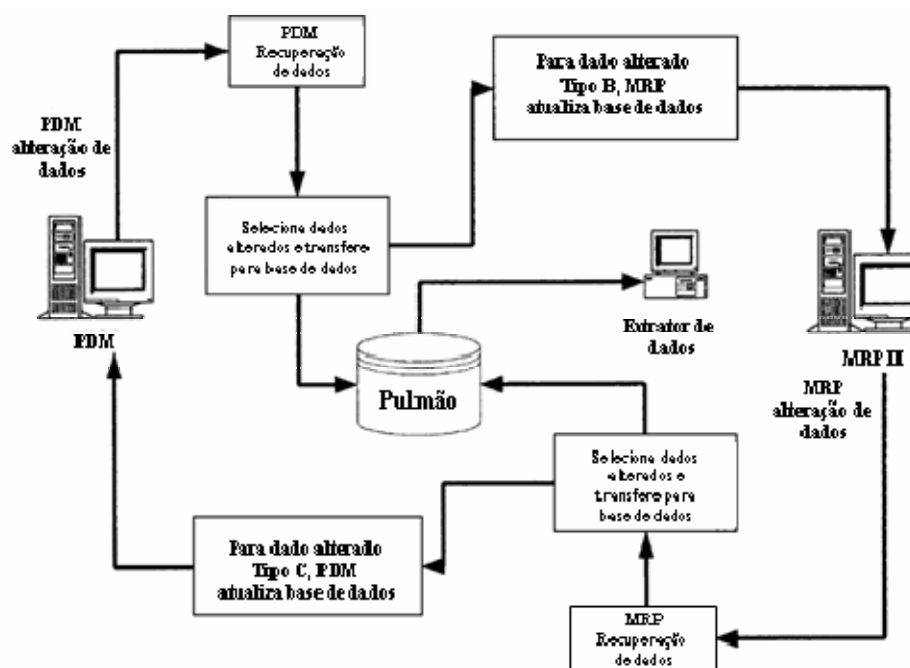


Figura 29: Processo de operação dos dados entre PDM e o ERP. [71]

Este fluxo de informação é um exemplo de como se deve controlar as mudanças ocorridas na engenharia. Muitas vezes o componente alterado, pode estar em fabricação adiantada, gerando um custo ainda maior para o projeto em desenvolvimento. Portanto, o controle desta etapa de desenvolvimento deve ser feito na engenharia, isto é, no PDM, que controla a versão dos componentes e os disponibiliza às próximas etapas do fluxo de trabalho.

Para resolver o problema de troca de dados entre os sistemas PDM e ERP, garantindo a gerência das mudanças, há duas grandes fases necessárias, sendo: a integração do PDM e ERP é a responsável por transferir do PDM os dados relativos ao produto, assim como também, os dados da classificação para o ERP. A principal responsabilidade do gerenciamento da mudança é analisar o fluxo das atividades do PDM e do ERP. Também é necessário computar o custo do inventário das sucatas para as partes que influenciam o projeto, conforme mostrado o fluxo de informação da Figura 30 [70].

Uma forma de se controlar o fluxo de informação e dos dados transferidos do sistema PDM e o ERP é o da Figura 31. Normalmente, uma vez aprovado o contrato de venda e o novo projeto tendo sido liberado para a concepção,

inicia-se a fase de desenvolvimento do produto, no CAD com os dados sendo alocados no PDM. Então, o EBOM (*Engineering Bill of Material* – lista de materiais da engenharia) deveria ser extraído de um banco de dados do PDM e arquivado no meta-banco de dados para ser convertido de EBOM para MBOM (*Manufacturing Bill of Material* – lista de matérias da manufatura). O maior objetivo desta conversão é o uso no ERP. Três passos são necessários para esta atividade: 1) Conexão gráfica relativa ao componente base; 2) Agrupamento dos componentes em termos da conexão gráfica; e 3) atribuição dos custos da manufatura às partes dos componentes no item mestre [70].

A análise ABC (*activities based costing* – custeamento baseado nas atividades) é fundamental para estabelecer o gerenciamento da mudança e faz parte de uma das etapas da Figura 31 para a validação da atividade em estudo, e se aplica ou não a mudança no componente e se aplicar qual será o real impacto no custo final, vindo desta alteração. Esta análise se fundamenta nos custos das atividades para finalizar qualquer alteração em um componente.

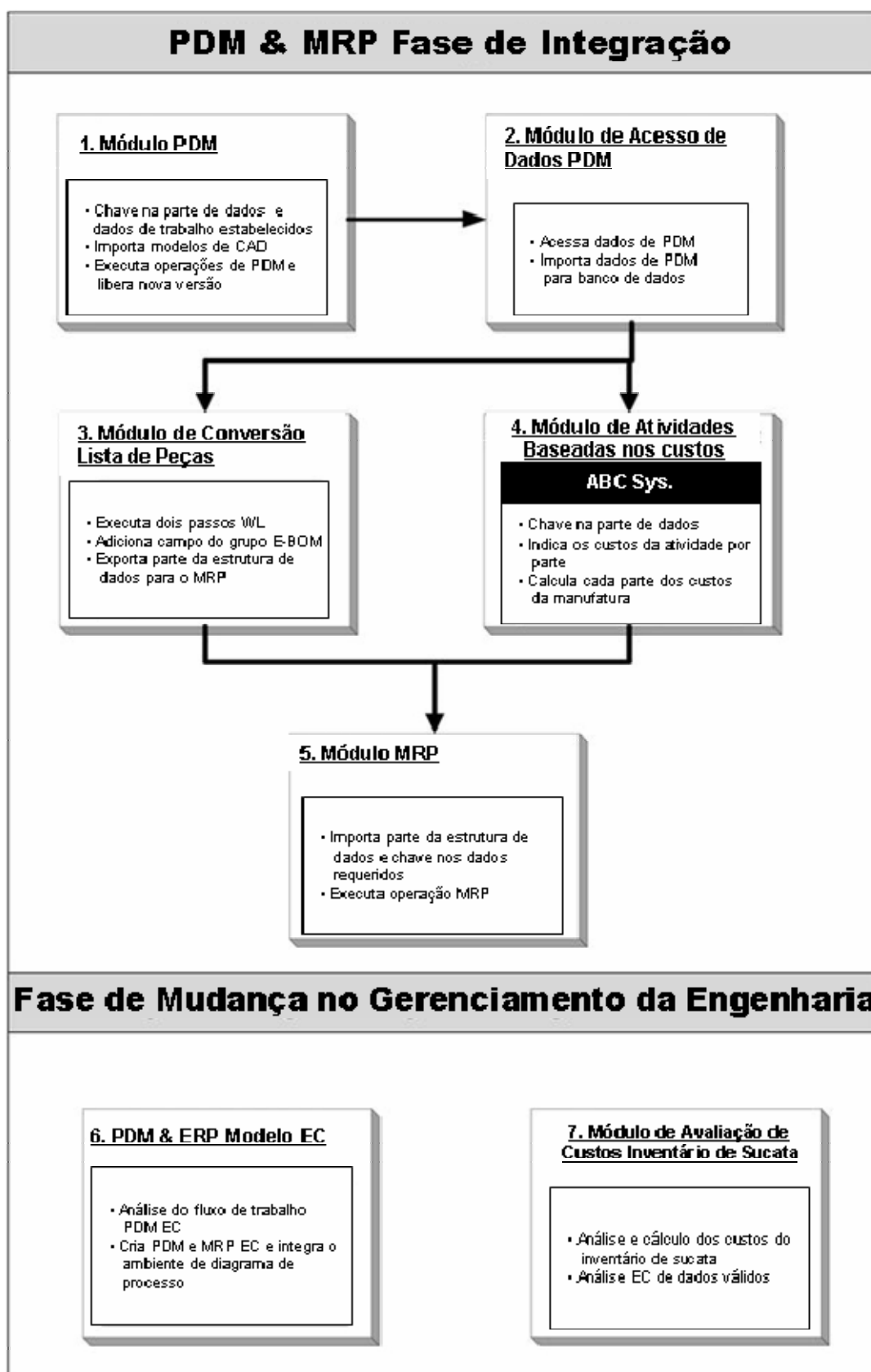


Figura 30: Fase de integração entre o PDM e o ERP [70].

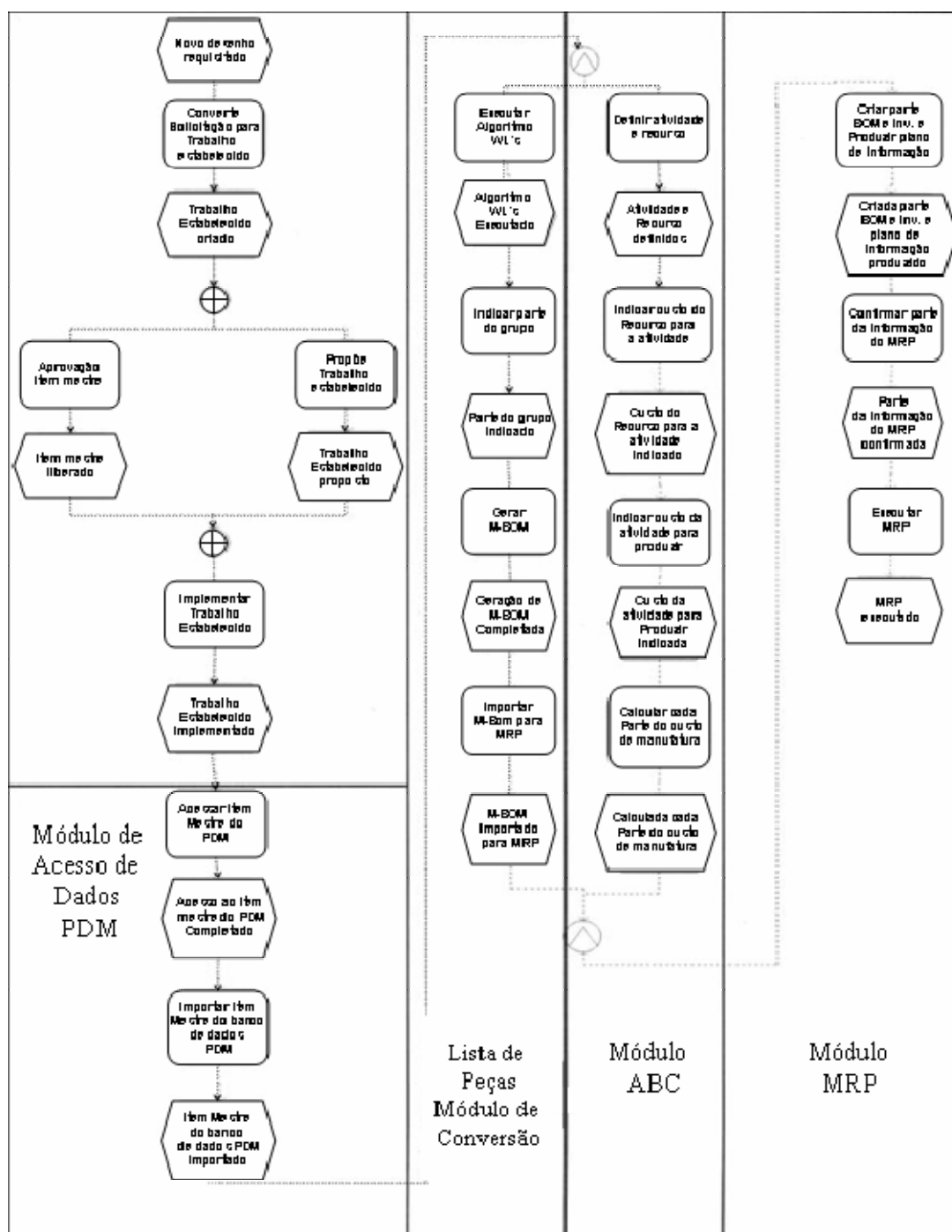


Figura 31: Fluxo dos dados e das atividades de integração entre o PDM e o ERP [70].

Para Sulaiman [63], usando um PDM, um processo de mudança de engenharia pode se tornar mais sistemático. Ele não só ajudará na redução dos custos e na redução do tempo de colocação do produto no mercado, mas também tem a habilidade de identificar as diferentes partes, componentes e documentos e notificar aos usuários de qualquer mudança pendente ainda para ocorrer. Isto

tornará o usuário ou o operador capaz de estar pronto e fazer as preparações necessárias, para garantir que os processos de manufatura e suprimentos rodarão lisamente. Para tanto um bom sistema PDM deve ainda ter funcionalidades de: controle de mudanças, módulo de transferência, tradução de dados, índice de dados, relatórios, histórico de auditoria, módulo de interface (MRP, ERP, CAD, etc.) e o módulo de mensagens aos usuários. [63]

Usando esta ferramenta o processo de mudanças se torna mais sistemático, como mostra a Figura 32, garantindo assim que os dados trocados entre as áreas sejam diretos, sem interferência ou desvios, confirmando a necessidade de que as demais áreas tenham dados atuais, vindas de um único banco de dados, para assim darem andamento às suas atividades. As mensagens enviadas aos usuários garantem que estes tenham sempre a versão mais atualizada e válida do produto, evitando transtornos desnecessários e trocando com os sistemas legados o que for necessário [63].

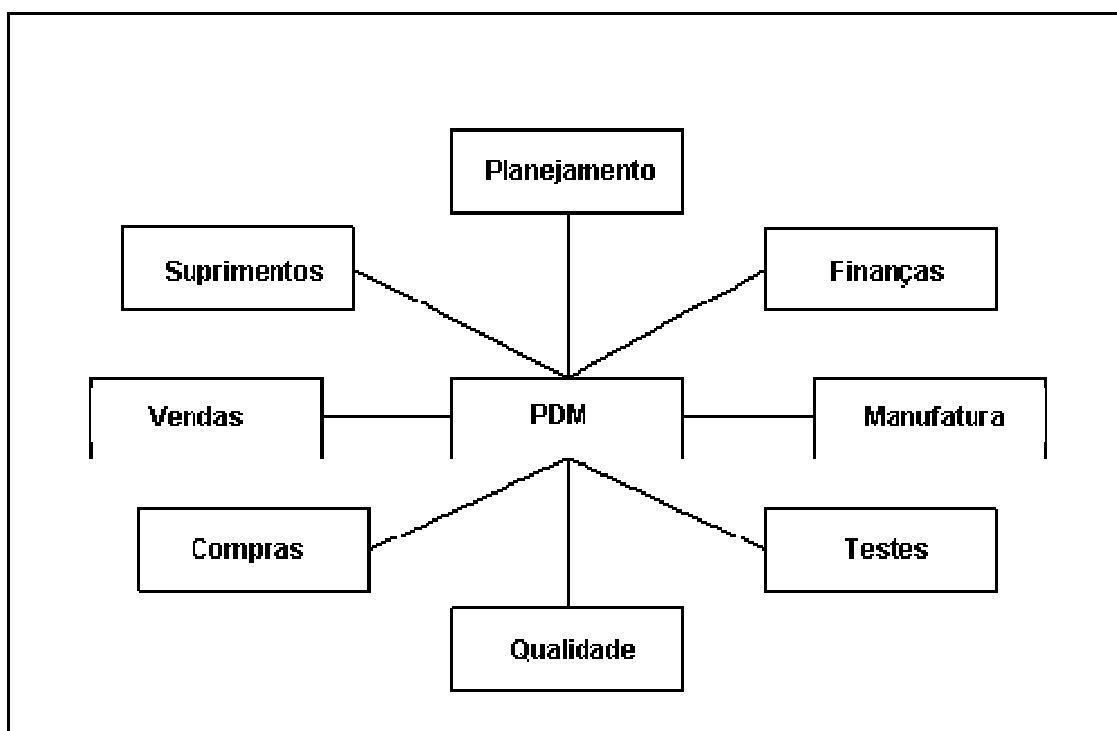


Figura 32: PDM garante que todos os departamentos tenham acesso à mesma base de dados no mesmo tempo (adaptado de [63]).

### 3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é baseado numa empresa, multinacional, de Mecânica Pesada de Bens de Capitais. Na Revista Exame deste ano e do ano passado, a empresa do estudo de caso é uma das líderes do segmento nos últimos três anos. O estudo de caso mostrará como o sistema ERP se torna um suporte para o sistema PLM. Mostrará também como que as mudanças realizadas na organização do projeto de implantação do SAP (S4P) não melhoraram a eficiência da implementação, mas somente e parcialmente o prazo final. Abaixo seguem alguns indicadores do grupo para poder contextualizar a empresa.

#### 3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa atende a quatro divisões bem definidas de mercado, como mostra a Figura 33.

#### **Orientação do Mercado - Estrutura e Organização**

|                |  | AG               |                 |                 |                      |
|----------------|--|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Grupo Divisões |  | Paper            | Turbo           | Hydro           | Serviços Industriais |
| Vendas         |  | EUR 1733 milhões | EUR 814 milhões | EUR 597 milhões | EUR 396 milhões      |
| Mercado Focus  |  | Papel            |                 |                 | Papel                |
|                |  |                  | Energia         | Energia         | Energia              |
|                |  |                  | Mobilidade      |                 | Mobilidade           |
|                |  | Serviços         | Serviços        | Serviços        | Serviços             |

Figura 33: Organização e estrutura de atendimento ao mercado.

A parte que comanda a implantação dos sistemas em questão é a divisão

Paper. Esta oferece os serviços de TI a outras unidades. O grupo atende a todos os continentes e apresenta a seguinte distribuição de mercado por continente como mostra a Figura 34.

## Grupo Presente em Clientes em todo o mundo

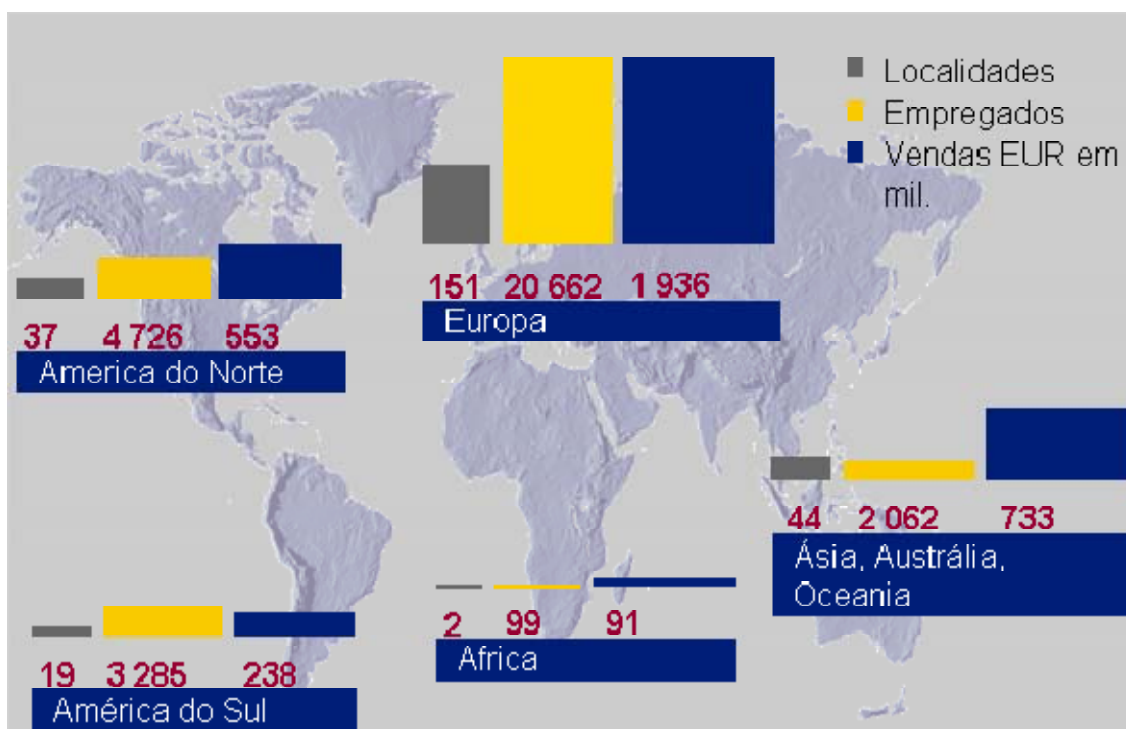


Figura 34: Distribuição das localidades, empregados e vendas por continente.

O Brasil apresenta a seguinte distribuição de venda por segmento e a seguinte contribuição de vendas em relação ao grupo como mostra a Figura 35.

O grupo já está presente no mercado há mais de 140 anos, inclusive mantém em sua carteira de clientes a fidelidade de mais 115 anos de parceria com um deles. Segue um pouco da história do grupo em suas realizações tecnológicas, como mostra a Figura 36.



## Grupo – Negócios no Brasil 2004/05

| EUR mil.             | Paper | Turbo | Hydro | Industrial Services | Total | % of Group |
|----------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|------------|
| Ordens Recebidas     | 60    | 14    | 20    | 5                   | 99    | 3          |
| Vendas               | 68    | 17    | 105   | 5                   | 195   | 5          |
| Empregados no Brasil | 994   | 43    | 874   | 1 374               | 3 285 | 11         |

Figura 35: Ordens recebidas, vendas e empregados em 2004 e 2005.

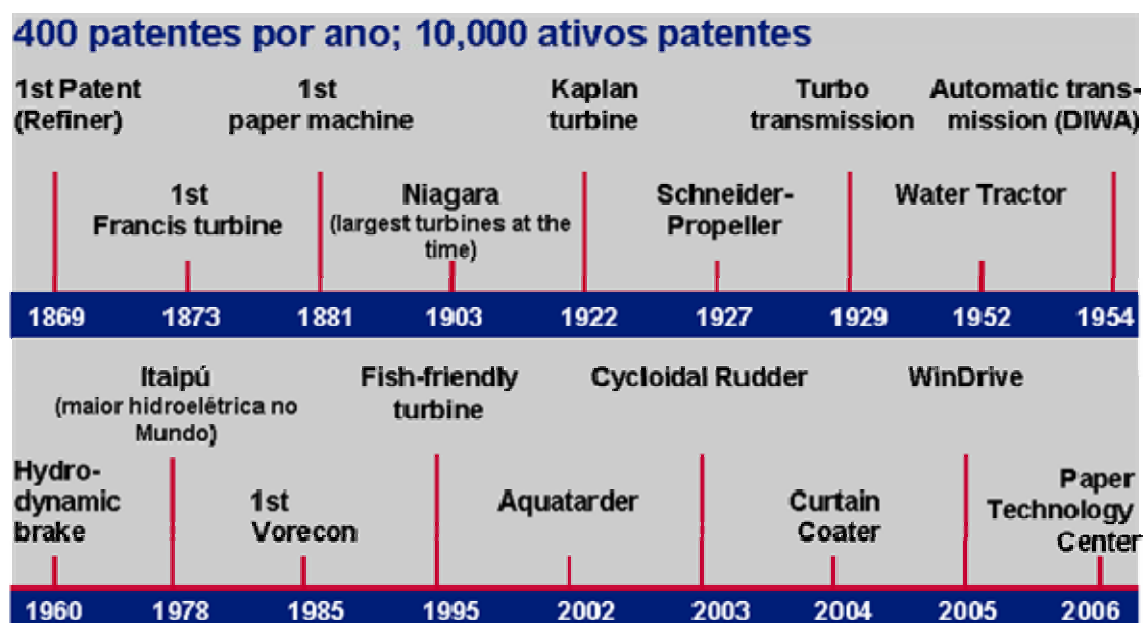


Figura 36: Uma ininterrupta sucessão de realizações técnicas de alto padrão.

O Brasil responde pelos negócios do grupo na América do Sul e também atende a outros mercados como a Oceania e a América do Norte e Central. A Figura 37 detalha as localidades onde está presente, tanto com escritórios de representação e de atendimento direto ao cliente, como com unidades produtivas e logísticas e até com áreas fabris de atendimento pós-venda, chamadas internamente de *service center*. Essas unidades estão posicionadas de forma estratégica para atender a maior parte dos clientes que se

concentram nestas áreas mapeadas nesta figura.

## No Brasil

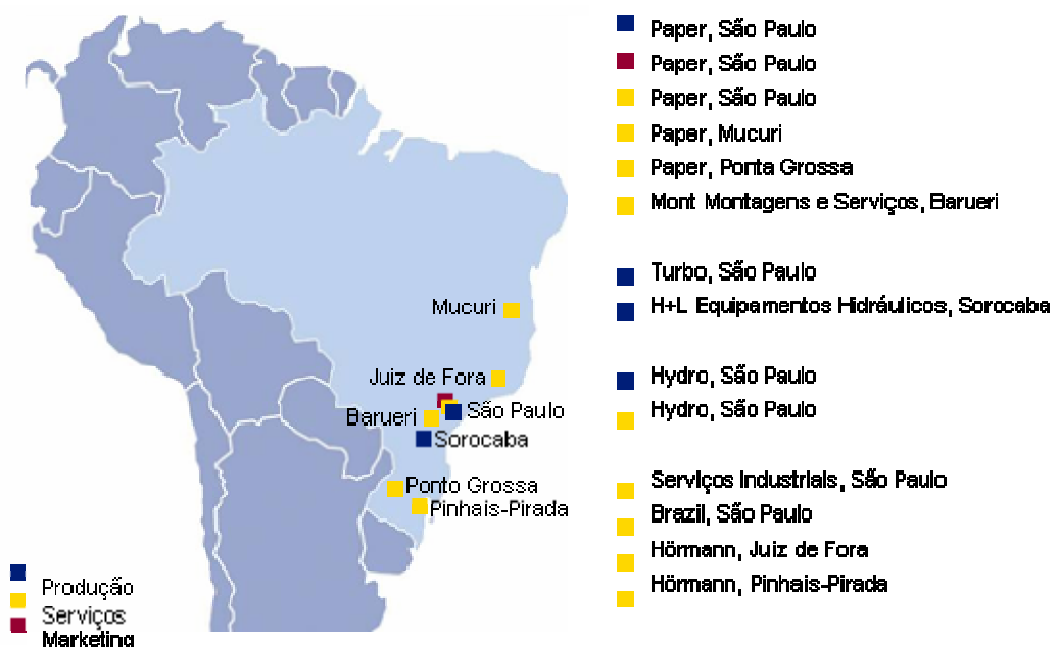


Figura 37: Localidades da presença do grupo na América do Sul.

Na Figura 38 tem-se um pouco da história da presença do grupo no Brasil, desde as primeiras vendas até a inauguração da primeira unidade do grupo.

## No Brasil – Destaques



**1905** Fornecida a 1ª de cinco turbinas paea a Itatinga hidroelétrica em Santos (SP).

**1923** 1ª máquina de papel para o Brasil: Companhia Fabril do Cubatão

**1950** Nos anos 30 e 40, participou em projetos de 34 hidroelétricas e entregou cinco máquinas de papel para o Brasil.

**1964** Inauguração em São Paulo

**2004** 40 anos de Brasil com centenas de máquinas de papel e usinas hidroelétricas fornecidas para o Brasil e para várias partes do mundo

Figura 38: História da presença do grupo no Brasil.

A Figura 39 mostra uma parte de máquina de papel fabricada pela empresa. Esta é a seção da caixa de entrada da massa e da parte de desaguoamento instalada em um cliente no Canadá.

## **ANC | Alberta Newsprint Company**



Papel: Papel de Jornal

Largura: 9,05 m

Capacidade Produção p/d: 843 t

Figura 39: Máquina de papel fornecida à ANC.

### **3.2 INTRODUÇÃO DOS TRABALHOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS ERP E PDM**

A organização percebeu a necessidade de a engenharia ter uma boa base de dados e um melhor caminho para desenvolver os trabalhos pertinentes no decorrer dos projetos. Notou-se que não seria possível a simples implantação de um sistema corporativo de engenharia sem antes ter um sistema único de planejamento, fabricação, controle financeiro e contábil entre outros que fazem parte de um sistema ERP. Devido à baixa performance dos sistemas operacionais existentes na organização e a presença de diversos sistemas ERP diferentes em todas as unidades, se tornava impossível o desenvolvimento de projetos colaborativos dentro da mesma plataforma empresarial.

O sistema ERP também fora escolhido e requerido pela alta direção da organização para que a empresa pudesse ser mais eficiente na execução de seus processos internos, em todas as unidades da mesma.

A apresentação de relatórios, o acompanhamento dos trabalhos dentro das diversas áreas, a qualidade da informação gerada, a uniformização da informação distribuída internamente e o aumento da confiabilidade da informação obtida, visariam aumentar a competitividade, a velocidade da obtenção dos dados no sistema e responder ao mercado com a devida qualidade, transparência e competência desejadas pelos clientes e no tempo estipulado pelos mesmos.

A organização escolheu um sistema ERP (SAP) e incumbiu-se de fazer a implantação no Brasil por meio de um *Roll out* (utilização de um sistema customizado – *Template*, que já fora testado, aprovado e já estivesse em uso por uma unidade de uma corporação e transferi-lo ou implantá-lo nas demais localidades). Visando assim manter as lições aprendidas do grupo e estabelecer uma padronização nos processos de trabalho por todas as empresas do grupo.

Em paralelo, o grupo de engenharia, visando atender a um pré-requisito do uso do sistema CAD 3D, necessitava de uma ferramenta mais eficiente e que comportasse a nova estrutura de dados dos arquivos gerados pelo novo sistema CAD, pois, a mesma só tinha, até o momento, desenvolvido projetos em 2D. Para tanto, buscou-se uma ferramenta do tipo PDM, para que fossem utilizados os recursos disponíveis na mesma, entre eles o de também arquivar dados de CAD 3D e ainda poder tratar da uniformização dos sistemas organizacionais.

Para tanto, o grupo iniciou um ensaio do que seria o SAP dentro da organização, iniciando um processo de substituição dos sistemas legados da divisão Turbo em Heidenheim, na Alemanha, em 2000. Neste ambiente produtivo o sistema ganhou maturidade, assim como os profissionais envolvidos da área de TI puderam ter um bom tempo de preparação, para

então assumirem responsabilidades maiores no momento de ampliarem este sistema para as demais divisões.

Após um estudo bem refinado do modelo utilizado na divisão Turbo, identificou-se que este sistema SAP customizado para essa divisão, não aderiria às demais unidades, levando o grupo no final de 2002, a iniciar o projeto de implantação do sistema com uma nova plataforma e atender a uma demanda diferente daquela da unidade Turbo (um novo Template). Uma possível metodologia de implementação de sistema ERP, que pudesse ser aderente à corporação, foi consultada diretamente da SAP, para que orientasse as atividades de projeto necessárias para uma implantação de sucesso do gerenciamento deste projeto, mas chegou-se a conclusão de não se utilizar nenhuma oferecida pelo mercado.

O projeto ganhou o nome de S4P, dando esta abreviatura ao projeto “**SAP for Paper**”. Precisava ser avaliada a empresa e apresentar um relatório à alta direção para assim poder decidir qual seria o modelo, *template*, a ser seguido, já que três unidades do grupo utilizavam o SAP como o sistema organizacional, há mais de cinco anos cada uma delas, mas com configurações totalmente diferentes umas das outras. Isto é, cada unidade preparou o sistema da forma que necessitava do tipo: cadastro de materiais, cálculo de impostos, rotinas de relatórios, cálculos financeiros, de controladoria, tipos de ordens de vendas, processos de suprimentos, etc.

No início de 2006 o projeto apresentava o cronograma da Figura 40 para todas as unidades. Sendo que o mesmo passou por várias revisões até o momento e em novembro de 2006, a matriz iniciou o uso deste sistema, um mês após a data que fora planejada neste cronograma do início de 2006, e está agora trabalhando para finalizar o *template* para todas as demais unidades do grupo. O atraso já é maior que quatro meses (considerando este cronograma, quando considerado o primeiro cronograma do projeto o atraso já ultrapassa 2 anos).

Para validar o sistema foi escolhido um pequeno produto para que todas as áreas pudessem contribuir no desenvolvimento dos módulos do S4P, pois,

somente neste caso as variáveis estariam sob controle do grupo que lidera e gerencia o *template*.

Todos os ajustes que forem necessários ou que forem sugeridos por qualquer membro do projeto ou dos usuários finais, estão agora sob a responsabilidade de um grupo bem restrito de pessoas conforme vemos na Figura 41, que mostra o organograma de responsabilidades por área de competência dentro do projeto S4P. Este organograma está dividido por área de competência e de responsabilidade dentro da organização. As diversas áreas são representadas por pessoas destas mesmas áreas que respondem por uma parte do sistema ERP escolhido (SAP). A figura também mostra os responsáveis pela implementação de cada unidade da organização, pessoas estas chamadas por BPO (*Business Process Optimizer* - Otimizador de processos de negócios), sendo os responsáveis por organizar as atividades e os recursos locais, além de controlar os custos planejados e reais que o projeto demanda.

Outro ponto a destacar é a gerência dos cadastros mestres dividido em: itens de materiais, clientes, fornecedores, mini-cadastro de recursos humanos, contas contábeis e de cadastro de grupo função, que devem ser mantidos por uma única direção e procedimento de manutenção e criação destes dados cadastrais.

Foi estudada a possibilidade de usar, como modelo, o sistema utilizado em uma das unidades da organização, porém a diferença entre os sistemas que se mostraram como modelo a serem seguidos levou a coordenação do projeto a decidir por um modelo que atendesse a todas as unidades do grupo. sendo a princípio, somente unidades européias, uma na Áustria e outras três na Alemanha. E assim decidiu-se, em 2003, por iniciar um novo modelo (*template*) para ser disponibilizado a todas as plantas.

A unidade brasileira somente tomou parte do projeto em 2004, quando começou um primeiro mapeamento de processos. A partir de então, em janeiro de 2005, uma primeira viagem à Alemanha para ter contato com o *template* e com o grupo que liderava os diversos módulos do S4P dentro do SAP.







A Figura 42 mostra os pontos considerados importantes para a tomada de decisão de se iniciar o projeto nas demais unidades do grupo e foi apresentado aos dirigentes do grupo para assim considerar o início formal deste projeto corporativo.




-  **O *template* atingiu a maturidade que permite refletir os objetivos do projeto.**
-  **Neste momento se tem obviamente uma discussão sobre os objetivos do S4P na área de projeto, assim como em outros times também.**
-  **5 semanas antes de fixar o desenvolvimento do *template* se pode liderar a discussão com o gerenciamento local.**

Figura 42: Decisão sobre se iniciar o projeto em outras localidades

A Figura 43 mostra o primeiro cronograma do projeto logo após o primeiro mapeamento de processos realizado em meados do ano 2004. Ela mostra que o projeto foi dividido em 5 grandes etapas (letras cinza separadas por linhas): 1) Preparação; 2) Conceituação; 3) Programação; 4) Testes e Preparação e 5) Treinamento. Seguidas pelo suporte após o *golive*, entrada em operação do sistema. Este cronograma foi submetido à unidade brasileira para aprovação e comentários e até as adaptações necessárias. O projeto local se baseou na metodologia “*Small Bang*” e foi dividido em duas fases, sendo que na primeira fase somente os módulos de controladoria (CO), suprimentos (MM – *Material management* – gerenciamento de materiais), finanças (FI) e vendas e distribuição (SD – *Sales & Distribution*) foram implantados. O demais módulos do SAP ficaram para a segunda fase, que será desenvolvido neste capítulo, um pouco mais à frente (3.4).

A primeira sugestão para a data de início de operação do sistema foi 01/10/2005 e no último, mostrado na Figura 44, apresentou a data final de 02/07/06 (*Golive Date*). Foi necessário um acompanhamento mais estreito do cronograma para que não houvesse maiores atrasos deste projeto. Todas as atividades que tinham marcos definidos precisaram ser encaminhadas por responsáveis diretos e que respondiam constantemente ao corpo gerencial do projeto, para assim garantir a execução das mesmas.



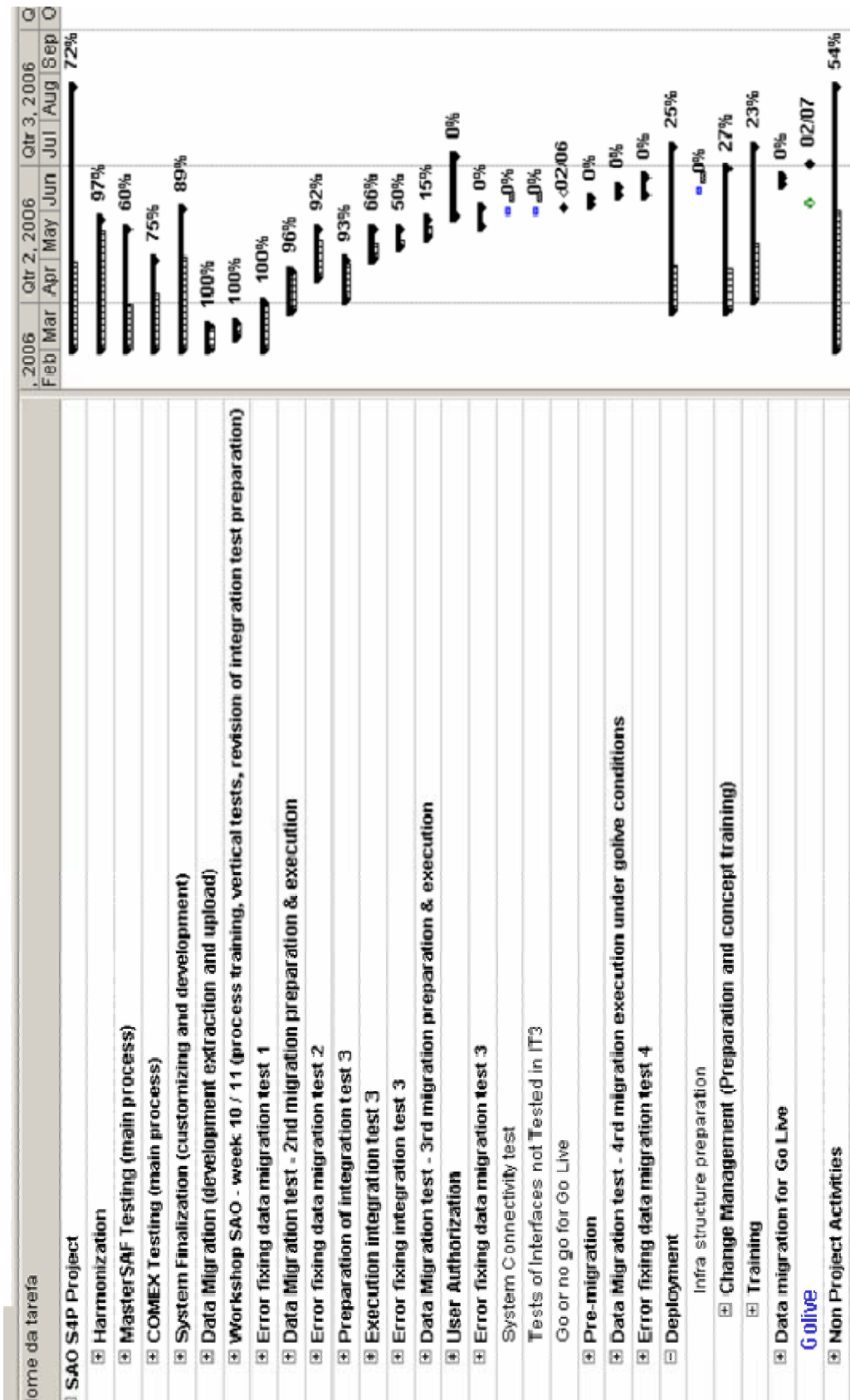


Figura 44: Cronograma final do projeto.

## FI/ CO/ MM/ PDM - VPP/ VSPA

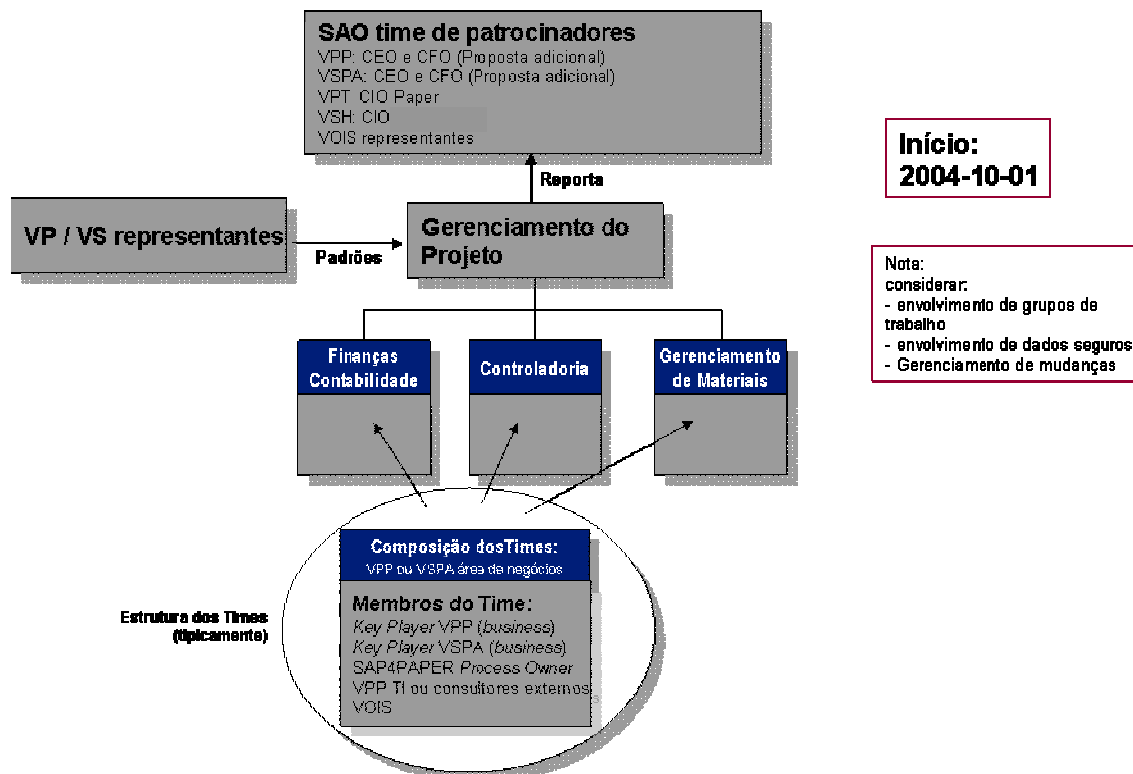


Figura 45: Organograma proposto no início do projeto (23/04/2004).

O corpo gerencial foi formado no início do projeto e era composto pelo grupo de patrocinadores do projeto, gerente do mesmo e representantes das áreas que estão apresentados no organograma da Figura 45. Este também passou por revisão e foi definido no final com uma estrutura um pouco diferente, pois, não foi possível naquele período ter o PDM desenvolvido e conceituado para ser considerado parte do trabalho. No lugar deste grupo entrou o de SD, formando assim o grupo de módulos acima mencionados (CO, FI, MM e SD). Este grupo foi introduzido devido ao escopo de substituição dos sistemas legados, no qual este módulo se tornou fundamental para as pretensões desejadas. Esta estrutura foi gerida pela área de TI o que acarretou uma outra mudança de comando do projeto, pois, os diversos atrasos e problemas de definição do escopo e a perda de foco e de controle dos sistemas a serem implantados levaram o patrocinador e o gerente global mudar esta estrutura na localidade brasileira, passando o comando para os líderes de cada módulo acima mencionado.

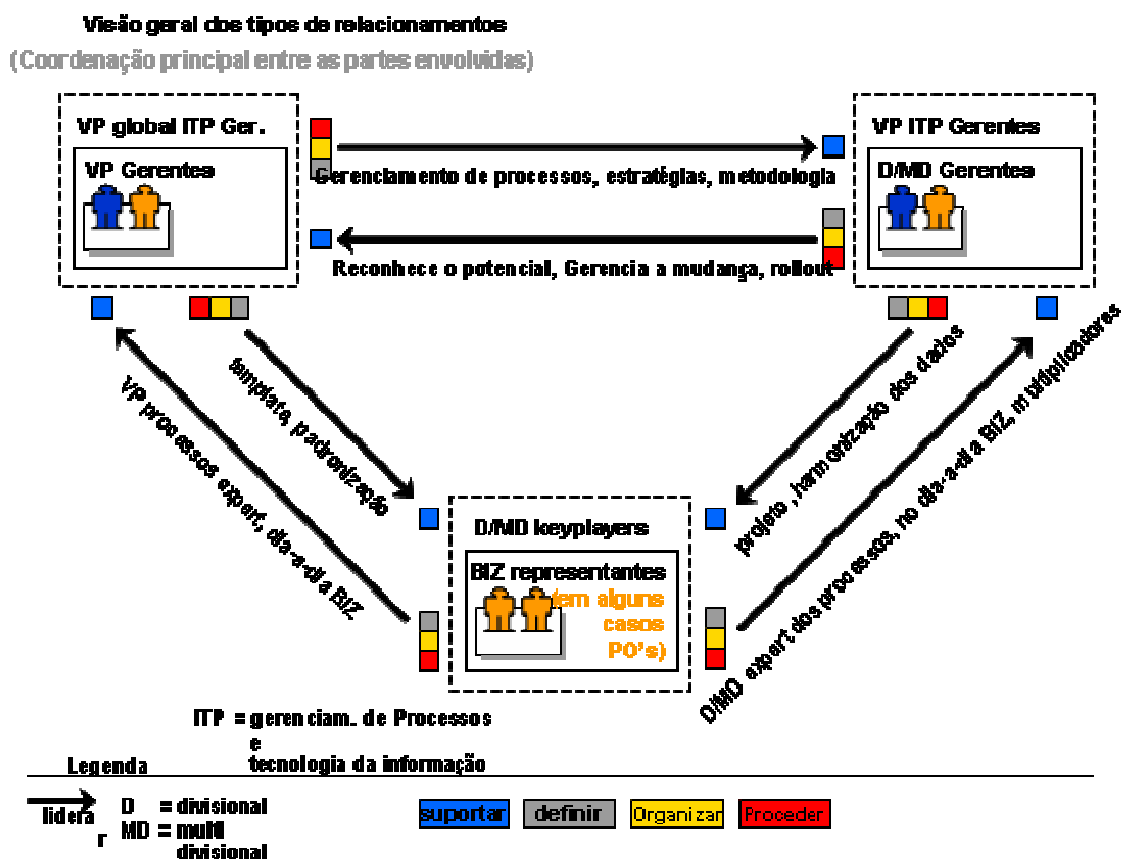


Figura 46: Visão geral dos tipos de comunicação entre os membros do S4P

O gerente global do projeto também disponibilizou o modelo de comunicação entre os membros do time, para evitar que todos se comunicassem sem uma ordem definida e sem uma hierarquia clara de responsabilidades. A Figura 46 mostra pelas setas o caminho sugerido pelo gerente a todos os membros de cada especialidade, sendo divididos em três, o dono do processo na matriz, a pessoa responsável da área de TI e o respectivo consultor e finalmente o usuário responsável nas localidades. O dono do processo tem conversa com todos os membros das diversas localidades e com o TI da matriz. Os membros de cada localidade devem conversar com o dono do processo e com o TI local.

E finalmente o TI local deve conversar com o TI da matriz e com o membro local de processos. Este procedimento formalizou o encaminhamento das solicitações dentro do contexto deste projeto e tornou obrigatória a utilização do mesmo.

O mapeamento dos sistemas da empresa mostrou o complicado universo no

qual a mesma estava inserida, conforme demonstrado pela Figura 47 e que o sistema proposto deveria substituir, visando alcançar um dos benefícios visto na literatura sobre os sistemas ERP, que é o de diminuir o número de sistemas dentro da organização e conseqüentemente o número de interfaces entre os mesmos. Nesta figura não é possível ter a dimensão do número de interfaces, pois, para tanto seria necessário uma outra figura em outro formato de papel, pois passavam de 100.

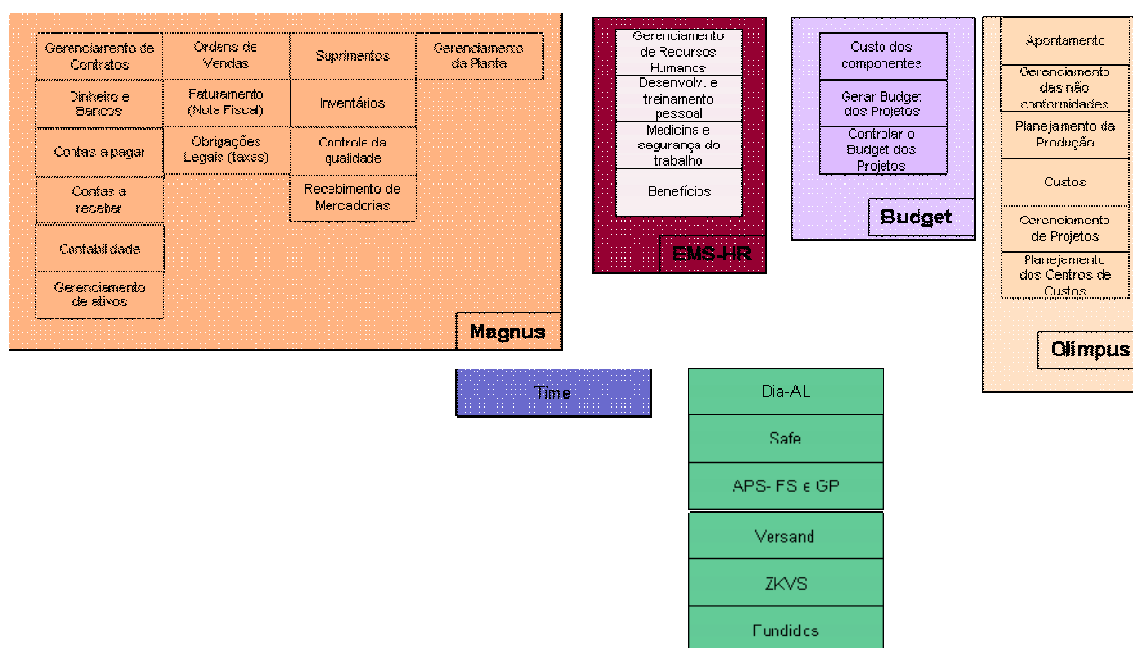


Figura 47: Mapa de sistemas e as respectivas atividades executadas nestes.

A figura está dividida pelos sistemas legados a serem substituídos pelo SAP no que cada um dos retângulos representa um sistema específico e dentro de cada um deles os processos / atividades que os mesmos suportavam para as diversas áreas da localidade brasileira.

O novo mapa de sistemas atual está na Figura 50, na qual fica claro a necessidade de estudo profundo na segunda fase para se reduzir a dependência de tantos sistemas e interfaces ainda ativas que fazem parte deste mapeamento mais recente.

Como a literatura indica que a entrada de um sistema ERP em operação reduz sensivelmente o número de sistemas e de interfaces, este ponto precisa ser

verificado com mais atenção e deverá ser reduzido ao máximo para que se minimize a dependência dos mesmos.

Para validar os conceitos enviados pela matriz foi criada uma tabela para orientar a comunicação entre os grupos envolvidos, como mostra o Quadro 2. Nele se vê como se devem encaminhar as soluções ou as modificações no *template* que cada localidade possa encontrar. Também mostra as fases que essas deverão passar até que sejam disponibilizadas no sistema para o uso.

| <b>tipos de Conceitos</b>        | <b>Gap aceitos</b>                                | <b>Macros conceitos aceitos</b>               | <b>Conceitos Detalhados aceitos</b>           | <b>Resultados dos testes aceitos</b> |
|----------------------------------|---|---|---|--------------------------------------|
| Conceito de negócio              | Dono do processo com a Área de negócios Local     | Dono do processo com a Área de negócios Local | Dono do processo com a Área de negócios Local | Área de negócios Local               |
| Acréscimos de conceitos          | Dono do processo com a Área de negócios Local (*) | Dono do processo com a Área de negócios Local | Dono do processo com a Área de negócios Local | Área de negócios Local               |
| Conceito de Interface permanente | Dono do processo com a Área de negócios Local (*) | Não aplicável                                 | Área de negócios Local                        | Área de negócios Local               |
| Conceito de migração de dados    | Área de negócios Local (*)                        | Área de negócios Local                        | Área de negócios Local                        | Área de negócios Local               |

(\*) status é idêntico com a requisição de programação

Quadro 2: *status* do fluxo e das responsabilidades para validação e criação dos conceitos.

A área local, isto é, cada localidade, de cada divisão, deveria validar ou não o *template* apresentado pelo líder do módulo. Nos casos em que os mesmos não atendessem o processo local, deveriam ser comunicados ao líder sobre as divergências e este deveria entender e tratar do problema até a apresentação final de um complemento no conceito ou até a criação de um conceito novo.

Após um ano do início da primeira etapa deste projeto, se percebeu um desvio muito grande do que deveria ser e o que estava sendo implantado e a forma de gerenciamento das atividades que não estavam aderindo à necessidade que o projeto demandava, este passou por uma grande reavaliação e reestruturação, apresentando a seguinte estrutura organizacional como mostra a Figura 48, e esta estrutura permaneceu até o final das atividades de implantação desta

primeira fase e mantida após a entrada em produção. Os retângulos em cor roxa mostram os responsáveis pela implementação, os novos gestores do projeto a partir da apresentação feita pelo patrocinador. Nos retângulos verdes o suporte que os mesmos tiveram e nos cinzas os executores das atividades necessárias para a finalização de cada etapa do cronograma. Cada retângulo roxo foi composto pela mesma estrutura apresentada no do *Team Leader CO*.

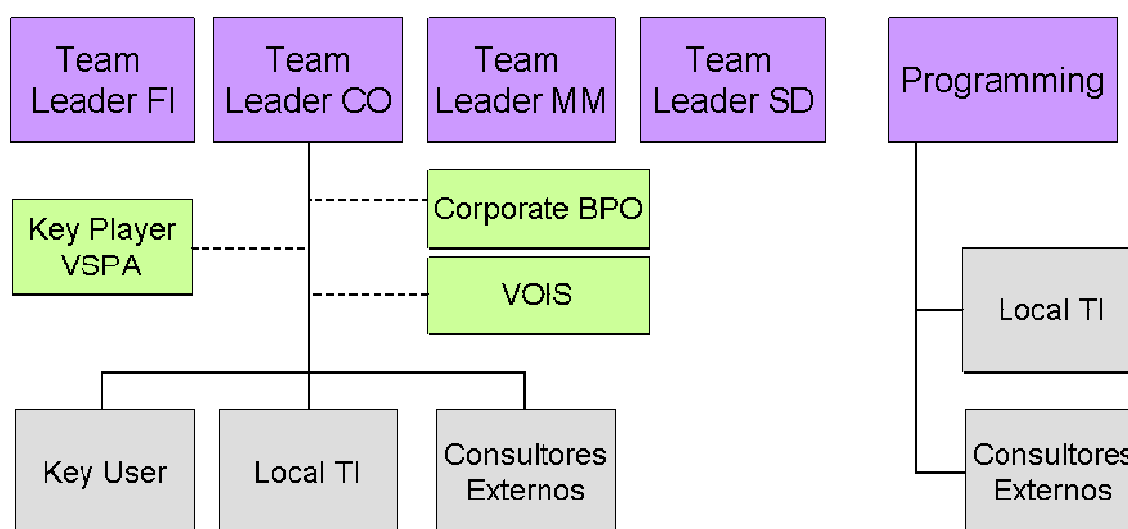


Figura 48: Organização final dos times.

O cronograma definitivo do projeto foi discutido com os diversos *Team Leaders* para a validação dos prazos e das seqüências das atividades e após esta reunião foi tornado oficial, como mostra a Figura 49. Os diversos marcos do projeto foram descritos e acordados com o patrocinador e com o gerente do projeto global na Alemanha, para assim poder balancear o uso dos recursos externos e internos. Mesmo com toda a revisão feita para a finalização dos trabalhos de implementação do sistema, não houve nenhuma discussão dos itens deixados para trás, ou dos pontos em aberto do escopo de atividades atendidos pelos sistemas legados em uso na empresa. O que levou à perda de diversos relatórios e de programas que realizavam diversas atividades necessárias no controle das encomendas em andamento. Tanto na fase de instalação e colocação em produção quanto na fase de estabilização das máquinas nas instalações dos clientes.



## Novo Cronograma Integrado

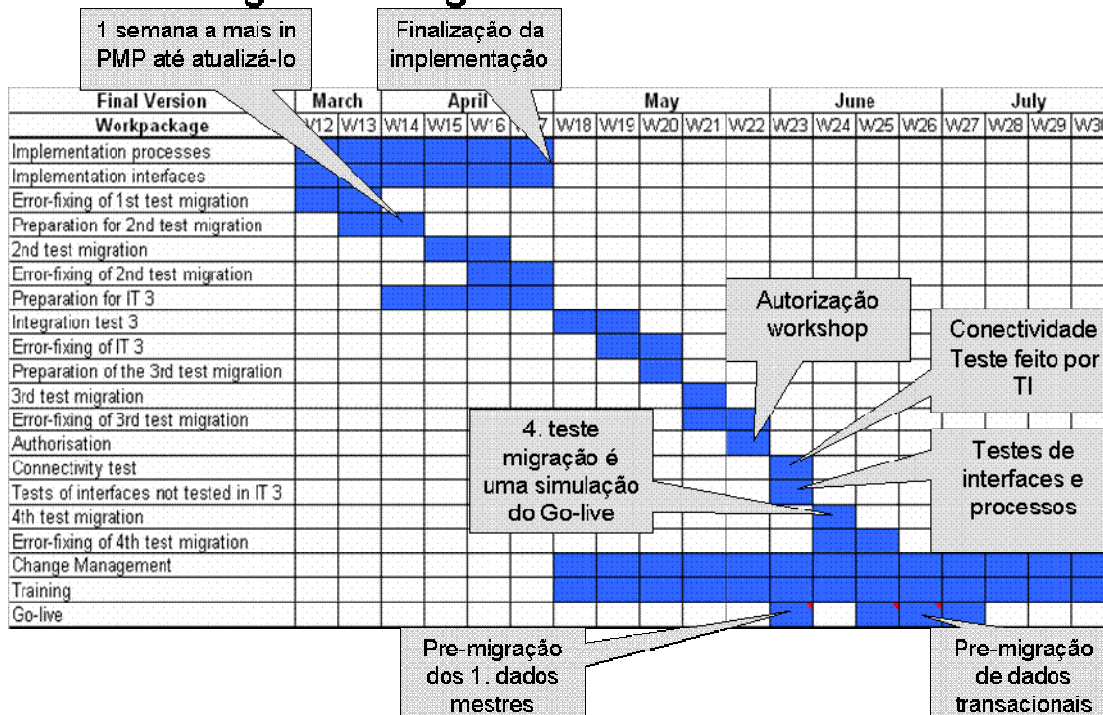


Figura 49: Cronograma final do projeto.

Após a divulgação do cronograma foram estabelecidas algumas “regras de ouro” para a continuidade dos trabalhos de forma a ter um melhor andamento das atividades até a colocação do sistema no ar e estas foram entregues a todos os membros, as principais regras foram:

- Categorizar os processos em ABC – deixar o foco primeiramente para os itens mais importantes;
- Queime e esqueças – finalizar suas atividades e nunca reabri-las novamente;
- Somente há um time de projeto – deixar que o suporte da integração flua pelos times;
- O *Team Leader* é o chefe;
- Permanecer com sua máxima performance até o *golive* 03/07/2006.

Data esta que foi atingida com este grupo de gerenciamento e com o respectivo cronograma. A primeira fase apresentou o seguinte mapeamento da estrutura de sistemas como mostra a Figura 50 (esta figura originalmente foi concebida para folha A0, portanto, aqui ela é somente uma representação gráfica da arquitetura atual). Os retângulos amarelos representam os módulos do SAP.

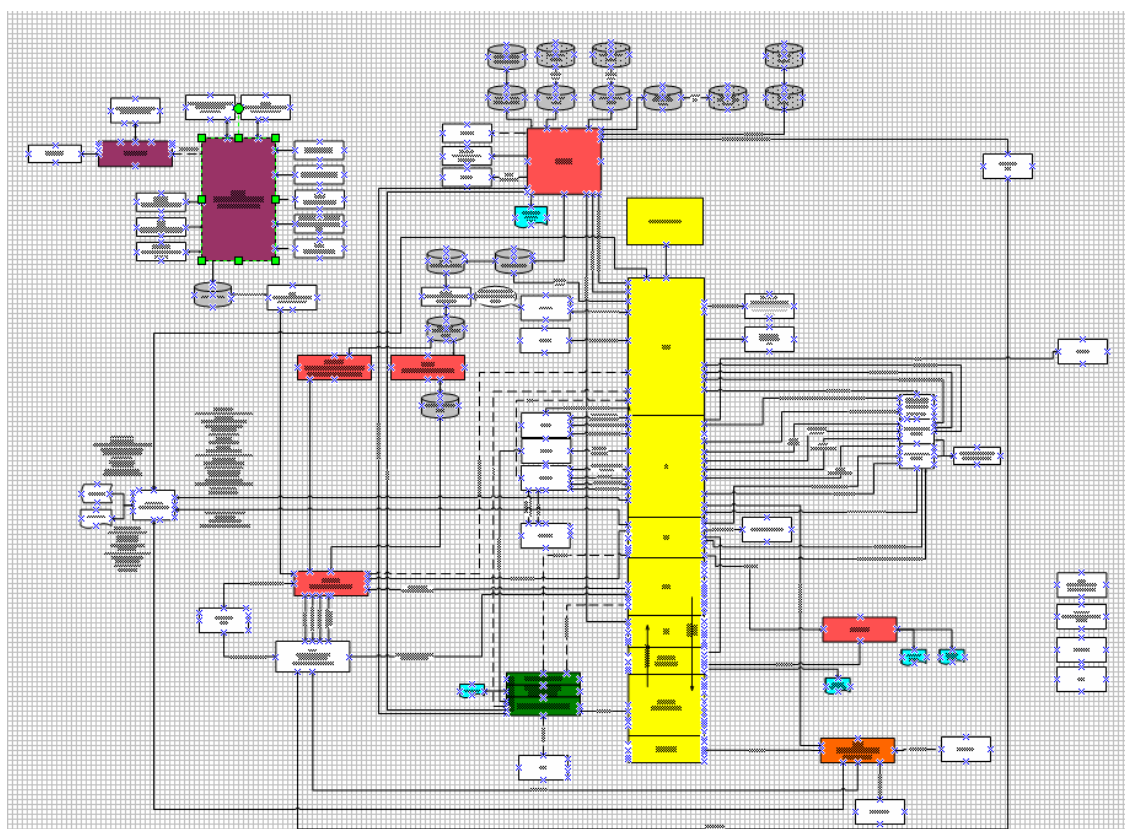


Figura 50: Mapeamento dos sistemas e das interfaces após a primeira fase

A cor vinho representa o sistema de arquivamento de desenhos, a cor vermelha representa os sistemas legados da produção, da engenharia e da expedição. Em branco estão os sistemas de apontamentos de horas, de programação das atividades na engenharia, além de outros sistemas de comércio exterior, governamentais e bancários. Em verde está o sistema de cálculo de *budget* dos produtos vendidos (máquinas). Em laranja se tem o sistema de recursos humanos. Por esta figura fica claro que esta primeira fase de implantação do sistema não trouxe nenhum benefício em termos de redução

do número de sistemas utilizados na empresa e nem na redução do número de interfaces.

Outro problema apresentado nesta fase foi a perda dos sistemas de gerenciamento de projetos e de custos dos mesmos, além dos sistemas de planejamento e controle dos valores planejados para cada encomenda *versus* os valores realizados e o acompanhamento dos diversos eventos que fazem parte de um projeto de máquinas pesadas. O sistema SAP somente substituiu completamente um sistema (cadastro de ordens de vendas e faturamento / suprimentos) e outro parcialmente (custos de centro de custos / *budget* de departamentos / custos de projetos) os demais sistemas que havia antes deste agregaram algumas outras funcionalidades e foram mantidos. Comprovando que a entrada do SAP em produção não reduziu substancialmente o número de sistemas existentes na unidade brasileira.

Foi evidenciado também o problema de localização brasileira, que envolve as regras locais de cálculos de impostos e de embarque de mercadorias com as respectivas notas fiscais. Neste caso a matriz se mostrou irredutível em aceitar as soluções apresentadas pela localidade, seguindo um caminho totalmente desaprovado pelos consultores brasileiros e até o presente momento não liberaram no sistema de teste a solução definitiva para testes e validação para a produção. Uma proposta para resolver este problema está sendo desenvolvida pela matriz e poderá ser rejeitada pela localidade brasileira e todo o ciclo de desenvolvimento de uma nova solução deverá ser retomado, podendo levar o período de 1 ano que esta atualmente demanda.

A Figura 51 apresenta o número de transações e de dados de alguns dos principais sistemas estratégicos da empresa no Brasil. Estes dados foram necessários para se ter uma idéia do volume de dados existentes na unidade e saber o quanto do servidor central seria utilizado. Caso esse volume fosse muito elevado, uma nova estratégia de aquisição de um novo equipamento seria necessária. Este dimensionamento foi enviado para a matriz, pois a administração do *hardware* foi centralizada para obter um melhor gerenciamento destes recursos.

| Números atuais do sistema Legado        | VPP    | VPBA | VSPA    |
|---|--------|------|---------|
| Contas a pagar                          | 7.305  | 417  | 3.288   |
| Clientes                                | 1.704  |      | 1.568   |
| Fornecedores                            | 11.496 |      | 100.665 |
| Clientes and fornecedor                 | 3.165  |      | 3.008   |
| Notas Fiscais (Fatura)                  | 569    | 41   | 120     |
| Nota Fiscal de Remessa                  | 825    | 32   | 413     |
| Ativos                                  | 58.034 | 248  | 11.495  |
| Ativos em uso                           | 36.517 | 246  | 9.818   |
| Ordens de compras ativas                | 2.252  |      | 1.945   |
| Itens de Materiais                      | 53.901 |      | 131.973 |
| Itens ativos                            | 38.298 |      | 9.644   |
| Nota Fiscal de Entrada (Goods Receipts) | 5.346  |      | 2.173   |

Figura 51: Números de eventos/mês e de itens nos sistemas ativos antes da primeira fase.

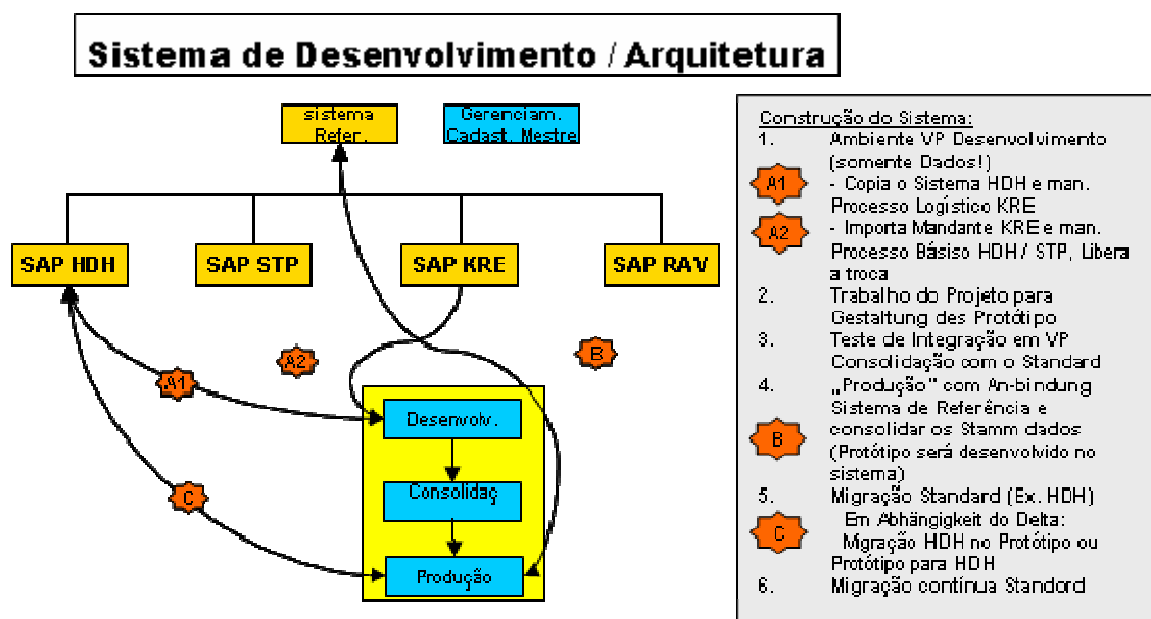


Figura 52: Arquitetura dos sistema de manutenção do banco de dados

A Figura 52 mostra o trabalho necessário para a manutenção dos dados mestres do sistema de referência (cadastro de materiais, de clientes, de contas contábeis, etc.) para serem utilizados pelo SAP de todas as unidades. Cada unidade do grupo necessita passar por todas essas fases para assim considerar que os dados são válidos e estão no cadastro mestre.

As unidades que têm engenharia de produtos precisam passar por estas etapas para validarem a criação de novos materiais e ou para verificarem se os materiais desejados estão cadastrados e liberados para o uso.

A Figura 53 mostra a frequência de reuniões entre os principais membros do projeto. Essa frequência variava de uma vez por semestre até a mais frequente possível, semanal. Estas reuniões foram necessárias para que se analisasse conjuntamente o avanço e as definições do projeto na Alemanha e para que não houvesse perdas significativas na comunicação entre todos os membros que compunham o projeto.

| <b>Comunicação e reflexão dos objetivos do projeto</b> |                          |               |                            |               |               |
|--|--------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|
| <b>Quem com quem e frequência</b>                      | <b>VP CFO<br/>VP CIO</b> | <b>S4P PL</b> | <b>S4P PL<br/>(S4P PO)</b> | <b>S4P PL</b> | <b>S4P PO</b> |
| VP board meeting                                       | em cada board meeting    |               |                            |               |               |
| S4P SCM  |                          | em cada SCM   |                            |               |               |
| Gerenciamento local                                    |                          |               | a cada 3 meses             |               |               |
| Process Owners   |                          |               |                            | todo mês      |               |
| Membros do time de processos                           |                          |               |                            |               | permanente    |

Figura 53: Processo de Comunicação entre os membros do projeto S4P.

A Figura 54 mostra a visão geral dos processos macros da organização e visava facilitar a comunicação e o entendimento por parte dos grupos que não necessitavam entender a fundo cada detalhe desses processos. Os processos da esquerda estão inseridos no universo dos dados, pois, sem esses dados não seria possível realizar nenhum deles e por consequência nenhum dos outros (Finanças e Controladoria) seria possível também, pelo fato de não iniciar nenhum dos primeiros.

## S4P - Visão Geral

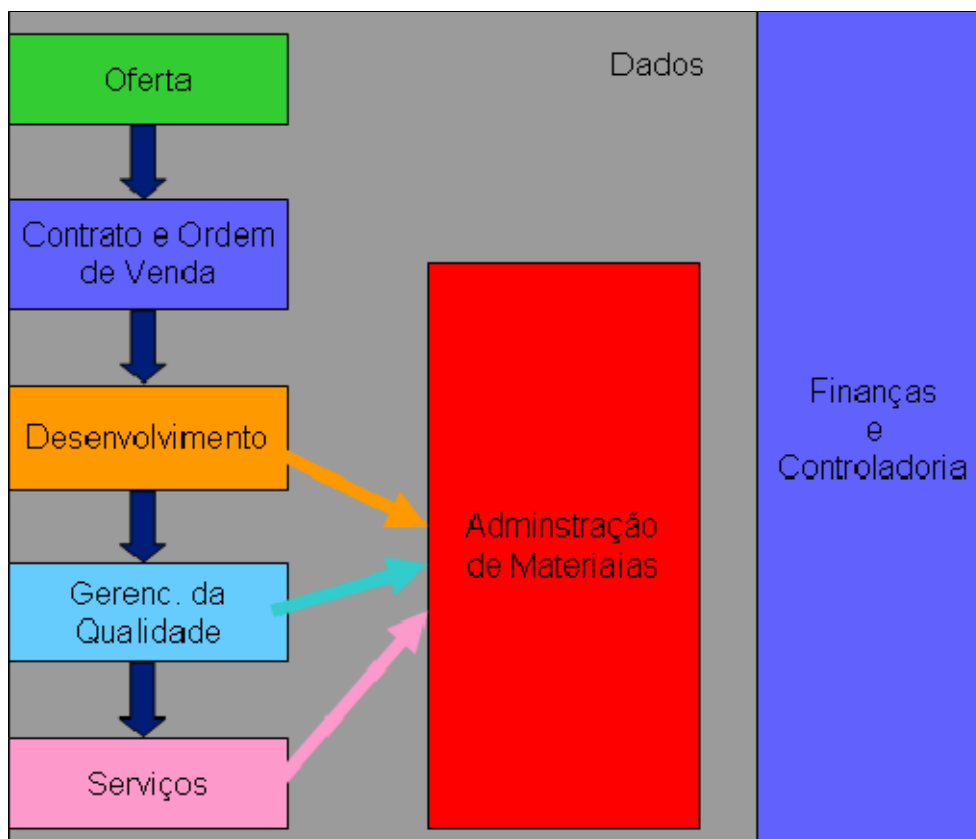


Figura 54: Mapeamento do SAP para o S4P, configuração para o 2ª fase.

Os principais objetivos do projeto S4P são mostrados na Figura 55 e na Figura 56. Eles estão fundamentados em quatro grandes bases: clientes, processos, custos e *mind set* (nova atitude em relação às experiências mais recentes em que a organização se enquadra). Todo o projeto deverá estar fundamentado nestas bases e deverá levar a empresa ser a melhor referência nos ramos em que atua, globalmente. Esta é uma meta muito audaciosa para qualquer organização. O processo de aprendizado é contínuo e partilhado entre a comunidade, as empresas, o governo e as instituições educacionais. Portanto é e será muito difícil para uma organização se manter no topo e ser sempre a melhor e única referência para si mesma.

Para o grupo a estratégia é de se ter uma engenharia confiável, de ser um fornecedor preferencial pelos clientes atuais e pelos que virão, e ser um “player” (jogador) global de peso neste mercado competitivo em que se

enquadra.

O importante é destacar que a organização do projeto na Alemanha considerou este projeto como sendo uma “Reengenharia de Negócios” e portanto coordenado pela área de negócios. O que na unidade brasileira foi inicialmente tocado pela área de TI, acarretando diversos problemas de prazo e de definições das áreas de negócios, que fizeram com que a unidade perdesse muita das informações gerenciais da área de projetos.

## Meta S4P

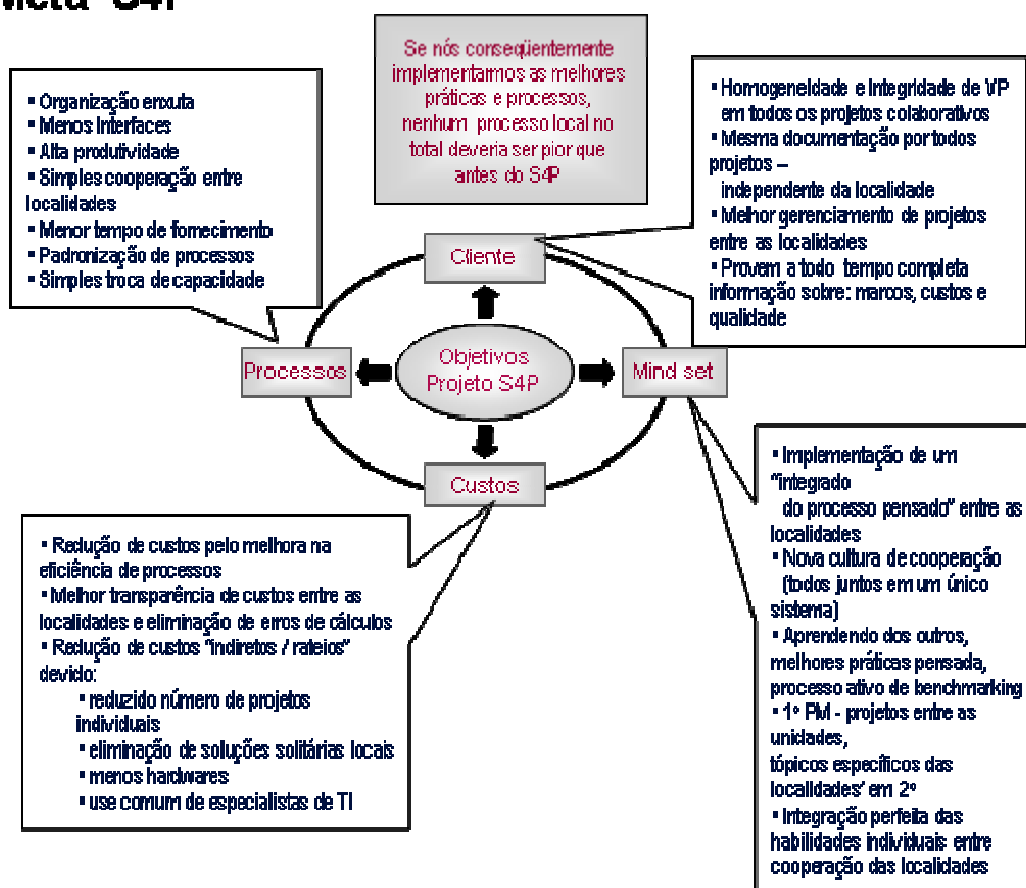


Figura 55: Objetivos do S4P, para toda a organização.

O patrocinador local do projeto trocou o comando do projeto devido a esses problemas e delegou o mesmo para as áreas de negócios dividida em quatro grupos: vendas, suprimentos, finanças e controladoria. Mesmo com essa mudança não foi possível se reverter as perdas percebidas no decorrer do projeto, pois, o foco principal do grupo foi colocar o sistema SAP no ar no prazo

definido com o menor impacto possível para a unidade perante os nossos clientes e perante o governo.

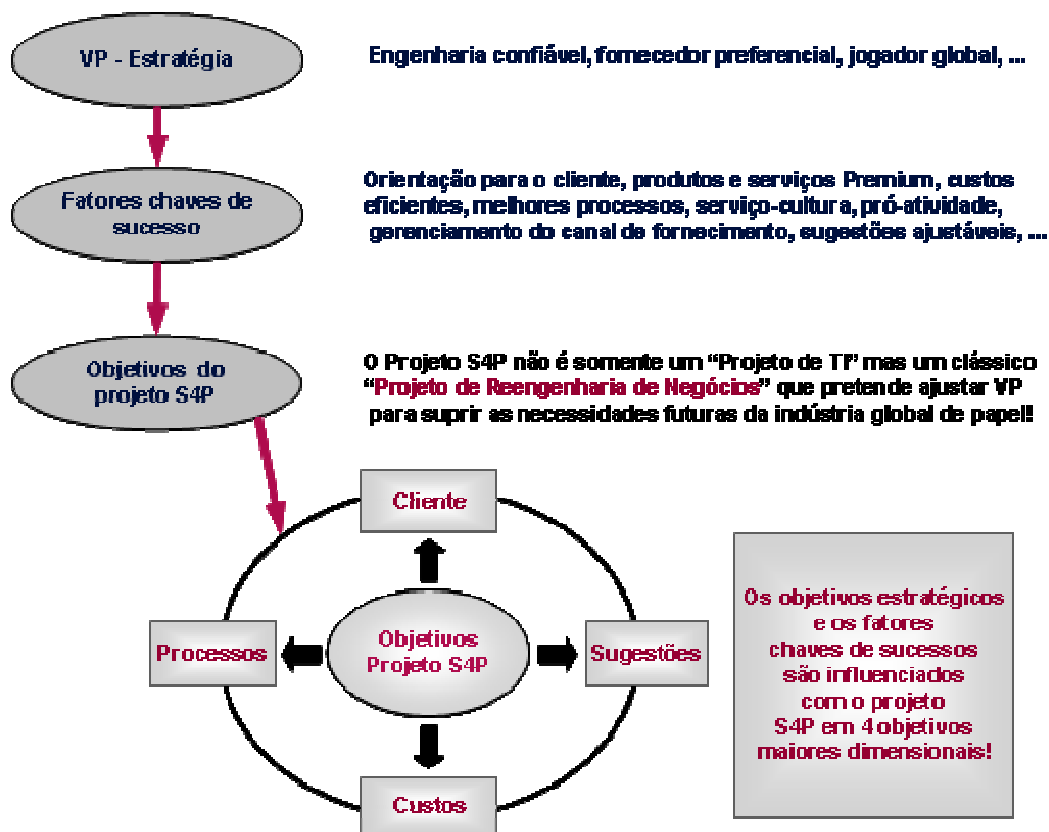


Figura 56: Objetivos do S4P, para toda a organização.

Estes são os dados relevantes em relação à organização do projeto e em relação a estrutura de sistemas e a participação das pessoas na organização para que o mesmo pudesse se conduzido a bom termo e ser colocado em produção conforme fora planejado. Mesmo este tendo a ação direta da direção da empresa não foi possível evitar os impactos negativos mencionados anteriormente, como: atraso do cronograma de mais de 10 meses para a localidade brasileira na primeira fase do projeto, perda de relatórios gerenciais de projetos, mudança brusca dos processos levando aos usuários despendarem mais tempo em suas atividades com o novo sistema em comparação com o anterior, etc.

### 3.3 TRABALHOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS E CONCEITOS



O principal conceito deste projeto para esse estudo de caso diz respeito a estrutura da lista de peças, da estrutura do produto como pode ser visto na Figura 58 e que deverá ser tratado pelo SAP e pelo PLM para manter a devida organização desta estrutura necessária para o produto projetado e produzido pela empresa. Deste conceito vem a base para o fundamento teórico de que o ERP é o suporte para o sistema PDM.

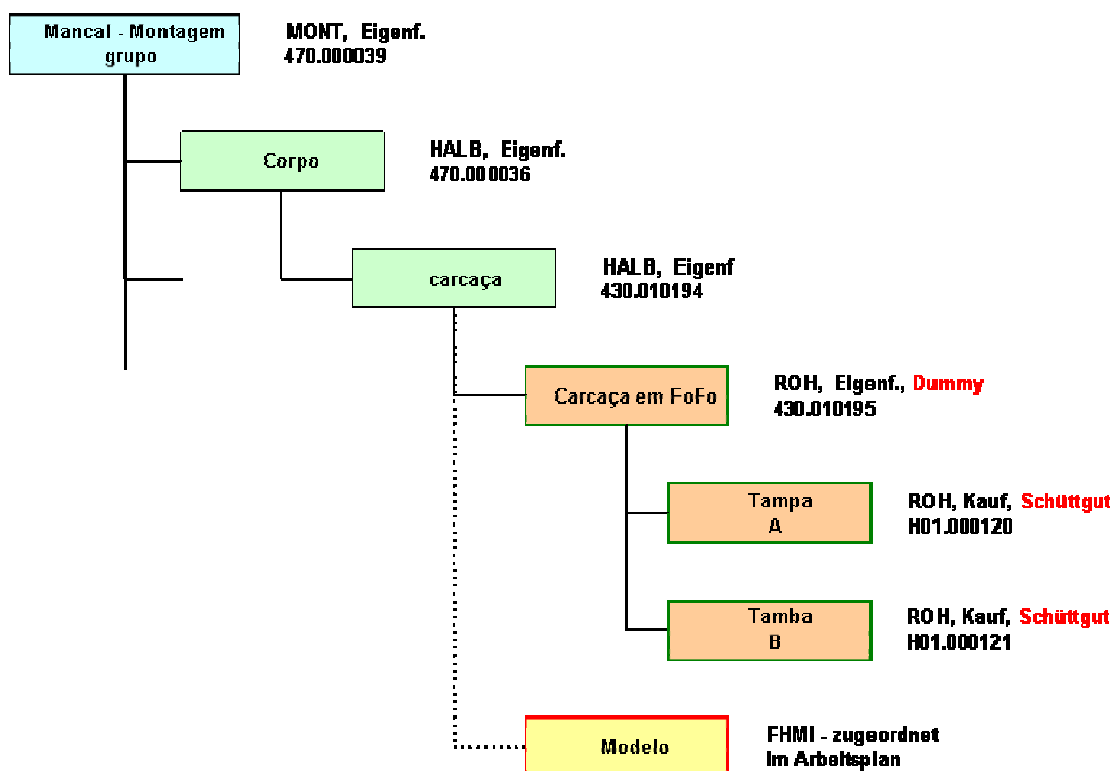


Figura 57: Exemplo da árvore de um produto como conceito.

| Produktstruktur      | Kurztext                           | M | K. | B... | S.. | BstTIKz. |
|----------------------|------------------------------------|---|----|------|-----|----------|
| PS1.114102 1020 2 01 | Lagerung Triebseite                |   |    |      |     | M        |
| 0010 L 470.000020    | Leitwalzenwaelzlag. 110 ST         | 1 | ST |      |     | M L      |
| 470.000020 1020 2 01 | Leitwalzenwaelzlag. 110 ST         |   |    |      |     | M        |
| 0010 L 470.000021    | Gehaeuse 355MMX240MMX165MM...      | 1 | ST |      |     | M L      |
| 470.000021 1020 1 01 | Gehaeuse 355MMX240MMX165MM...      |   |    |      |     | M        |
| 0010 L 470.000022    | Gehaeuse 370MMX240MMX165MM...      | 1 | ST |      |     | M L      |
| 470.000022 1020 1 01 | Gehaeuse 370MMX240MMX165MM...      |   |    |      |     | M        |
| 0010 L 456.903701    | Modell F. LAGERGEHAEUSE Z1         | 1 | ST |      |     | M        |
| 0020 L H01.121584    | Pendelrollenlager 223 22 CCKMM ... | 1 | ST |      |     | M L      |

Figura 58: Exemplo da árvore de um produto no ERP.

A Figura 57 ilustra a hierarquia de um item desenvolvido e produzido pela empresa e que faz parte do produto comercializado que é a máquina de papel ou até mesmo pode ser vendida parcialmente, como: partes da máquina, peças de reserva, equipamentos para aumento da produtividade em determinados pontos da máquina, etc. Neste caso temos em azul o item do conjunto mancal composto pelo corpo do mancal, em verde. O corpo do mancal é composto pela carcaça entre outras peças. A carcaça é feita de ferro fundido, e precisa de um modelo para ser produzida e também contém duas tampas. Toda essa hierarquia é identificada por itens numerados vindos do cadastro mestre de materiais.

A Figura 58 mostra essa mesma estrutura citada acima. Só que em uma tela do sistema SAP, mantendo a mesma hierarquia dessa referida estrutura.

Na Figura 59 está a tela do SAP com a visão dos itens fabricados internamente ou adquiridos por suprimentos. O campo X é o definido para o *status* de identificação do tipo de fornecimento, E = suprimentos e F= fabricação, como pode ser visto nesta referida figura.

| Erweiterter Auftragsbericht      |          |            |     |                      |                         |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|----------------------------------|----------|------------|-----|----------------------|-------------------------|---|----------|--|-------------|----------|-------------|----------|---------------|----------|----------|------------------|---------------|
| Dispo MD04                       |          |            | Mat |                      | Dispo-EI                |   | Dispo-EI |  | Plauf->Banf |          | Plauf->Fauf |          |               |          |          |                  |               |
| PSP-Element: 1-001175-220.115102 |          |            |     | Kennwort Dagang PM 3 |                         |   |          | Netzplan/Vorgang S001175220T1 / 0300     |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
| Werk/Material 1020 / PS1.115102  |          |            |     | Lagerung             |                         |   |          | Auftr.Reservierung/Pos 0010018546 / 0002 |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
| St.                              | Material | Werk       | AM  | Benennung            | Zugang                  | X | D1z      | P1z                                      | Start-Diff  | Ende-Zug | Ende-Bed    | B        | Dispo-Element | Status   |          |                  |               |
|                                  |          |            |     |                      |                         |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  |          |            |     |                      |                         |   |          |  |             |          |             |          |               | 81       |          |                  |               |
|                                  | 01       | PS1.115102 |     | 1020                 | Lagerung                |   | 1        | ST                                       | E           | 10       | 16.09.05    | 05       | 21.09.05      | 21.09.05 | E P1-Auf | 0000053023/KD    |               |
|                                  |          |            |     |                      | S50                     |   |          |  |             |          |             |          |               | 79       |          |                  |               |
|                                  | 02       | 470.000039 |     | 1020                 | Leitwalzenwaelzlag. 111 |   | 1        | ST                                       | E           | 5        | 7           | 13.09.05 | 03            | 16.09.05 | 16.09.05 | E P1-Auf         | 0000053058/KD |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               | 38       |          |                  |               |
|                                  | 03       | 470.000036 |     | 1020                 | Gehaeuse 357MMX240MMX16 |   | 1        | ST                                       | E           | 20       | 19.08.05    | 25       | 13.09.05      | 13.09.05 | E P1-Auf | 0000053061/KD    |               |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 04       | 430.010194 |     | 1020                 | Gussteil TEST SAO GG-34 |   | 1        | ST                                       | E           | 20       | 10          | 22.08.05 | 04            | 26.08.05 | 26.08.05 | E P1-Auf         | 0000053068/KD |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 03       | 470.000040 |     | 1020                 | Pendelrollenlager 870X0 |   | 1        | ST                                       | F           | 30       | 09.08.05    | 35       | 13.09.05      | 13.09.05 | E P1-Auf | 0000053060/NB    |               |
|                                  |          |            |     |                      | S60                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 02       | 470.000020 |     | 1020                 | Leitwalzenwaelzlag. 110 |   | 1        | ST                                       | E           | 5        | 7           | 09.09.05 | 07            | 16.09.05 | 16.09.05 | E P1-Auf         | 0000053028/KD |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 03       | 470.000021 |     | 1020                 | Gehaeuse 355MMX240MMX16 |   | 1        | ST                                       | E           | 20       | 25          | 12.08.05 | 28            | 09.09.05 | 09.09.05 | E P1-Auf         | 0000053069/KD |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 04       | 470.000022 |     | 1020                 | Gehaeuse 370MMX240MMX16 |   | 1        | ST                                       | F           | 21       | 22.08.05    | 00       | 22.08.05      | 22.08.05 | E BS-Ein | 4500000434/00010 |               |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 05       | 456.903701 |     | 1020                 | Model1 F. LAGERGEHAUSE  |   | 1        | ST                                       | F           | 20       | 20          | 04.07.05 | 23            | 27.07.05 | 27.07.05 | E P1-Auf         | 0000053076/NB |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |
|                                  | 03       | W01.121534 |     | 1020                 | Pendelrollenlager 223.2 |   | 1        | ST                                       | F           | 20       | 16.08.05    | 24       | 09.09.05      | 09.09.05 | E P1-Auf | 0000053050/NB    |               |
|                                  |          |            |     |                      | S99                     |   |          |  |             |          |             |          |               |          |          |                  |               |

Figura 59: Exemplo de terceirização dentro do grupo no ERP.

A mudança do *status* é permitida antes que o item tenha sido encaminhado para fabricação ou para aquisição. Assim que ocorre uma modificação do mesmo, o sistema roda automaticamente o MRP que reavaliará o novo prazo e a nova necessidade para a respectiva área responsável pela disponibilização do item.

A manutenção dos dados de desenvolvimento dos projetos nas diversas empresas do grupo está na Figura 60 para garantir que todos os dados estejam disponíveis, de forma única, para todas as localidades. Esta base única é chamada de “SAP – sistema de referência”. Cada localidade tem um servidor local que troca dados com o sistema de referência para garantir a unicidade dos mesmos. Os dados a serem mantidos neste servidor são os do CAD / CAE, vindos dos sistemas Inventor e Cadenas (3D) e Cideon (2D).

## Sistemas de Componentes e Objetos Padrões

SAP Sistema de Referência

SAP Local

3D CAD – Inventor

PartSolution (cadenas)

Inventor SAP vistas de corte

(cideon)

LinkDB (cadenas)

Materiais

Documentação info

Classificação

Lista de peça e documentação

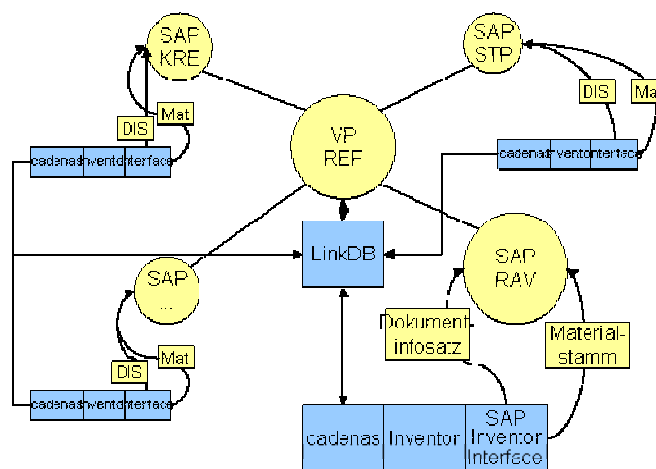


Figura 60: Interfaces entre os sistemas PLM e ERP.

A regra de troca do fluxo de dados entre o ERP e o PDM está demonstrada na Figura 61, que apresenta o desenvolvimento de projetos sendo realizado no sistema ERP e que este envia por intermédio de uma rotina de manutenção dos dados para o sistema PDM. A ordem do cliente é criada por meio de uma estrutura padrão, existente no ERP, e migra para o projeto deste cliente dentro do próprio sistema. Esta estrutura é trabalhada e finalizada na área de

desenvolvimento do SAP (S4P). Depois de liberada ela é migrada para o PDM para o arquivamento dos dados e para garantir o acesso a toda documentação de um projeto em específico. Além de também facilitar o acesso às peças que compõem a estrutura do produto com intuito de se oferecer e até de desenvolver os trabalhos do pós-venda. O primeiro retângulo da figura descreve uma estrutura de produto que está sendo desenvolvido para um cliente em específico, e deve conter todas as configurações de uma máquina, ou de um subconjunto que fora vendido. Portanto, é o que existe de mais completo para esta venda. Uma estrutura de projeto, que é um espelho da estrutura do produto, porém não tão detalhada com esta, é desenvolvida para acompanhar a evolução dos custos, das horas, dos prazos e pendências. O sistema PLM recebe os dados da estrutura de produto para prover o correto arquivamento dos dados desta máquina vendida.

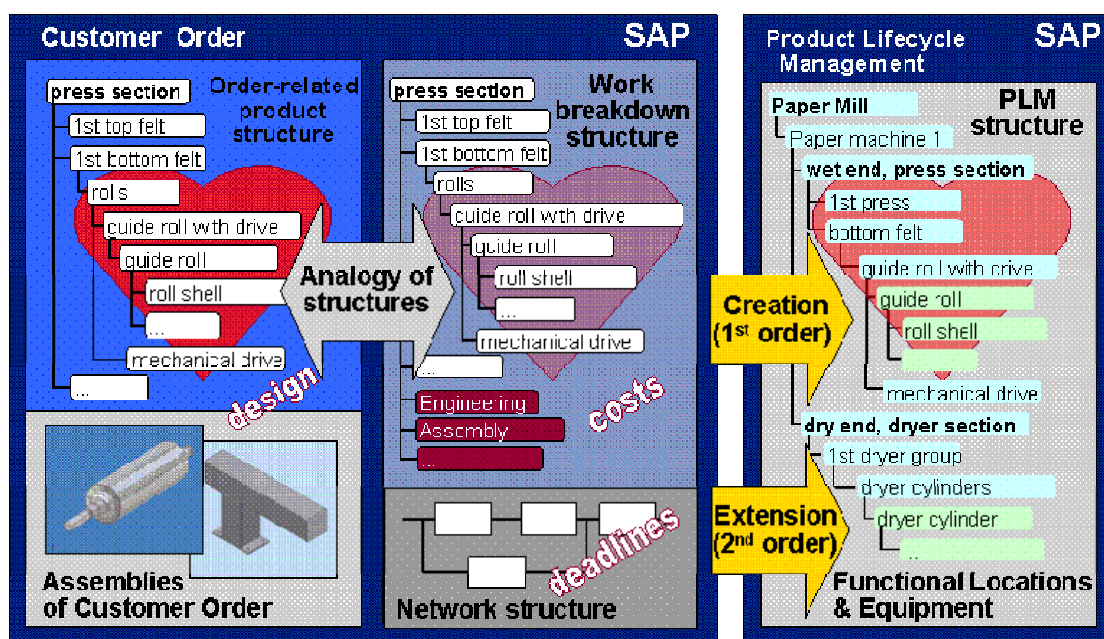


Figura 61: Interfaces entre os sistemas PLM e ERP no *template*.

Aqui fica evidenciado o problema de se usar o sistema ERP como base para o desenvolvimento do projeto, pois, o mesmo não pode ser usado por todos os fornecedores que não façam parte do mesmo grupo, para a manutenção dos dados do projeto e para se ter um gerenciamento total do mesmo, como esclarece a literatura. O sistema ERP somente pode ser disponibilizado para as

empresas do grupo.

Outro fator negativo é o fato de não ser possível de se usufruir os benefícios destacados pela literatura quanto ao desenvolvimento do projeto em um sistema PDM como:

- Número menor de mudanças de engenharia;
- Redução do tempo de desenvolvimento dos produtos;
- Melhor mapeamento para auditoria;
- Melhoria na qualidade de comunicação entre os membros do time;
- Respostas mais rápidas aos clientes;
- Redução de custos administrativos;
- Priorizar o desenvolvimento de produto;
- Diversificar ou consolidar a variedade de produtos;
- Gerenciar a inovação de produtos;
- Organizar as estruturas de produtos;
- Aplicar a metodologia de desenvolvimento de produtos;
- Mapeamento da metodologia de desenvolvimento de produtos por meio de um processo;
- Organizar os processos de desenvolvimento de produtos em projetos;
- Definir e manter a organização de processos de desenvolvimento;
- Gerenciamento de *workflow*;
- Gerenciar a maturidade do produto;
- Mecanismos de acesso e controle e;
- Suporte da engenharia durante todo o ciclo de vida do produto e aos fornecedores.

Todos esses benefícios citados acima não fazem parte do escopo de um ERP e não poderão ser sentidos, mesmo com a migração dos dados para o PDM, como o *template* sugere, pois, todo o projeto já fora elaborado e liberado no

sistema operacional, que é o ERP, para o devido encaminhamento da área operacional, suprimentos e fabricação. Neste caso em específico esse sistema deixa de ser um suporte para o PDM e passa a ser o sistema principal de desenvolvimento e execução de todas as etapas de um projeto.

Como verificado na literatura, o desenvolvimento de um projeto precisa ser feito na ferramenta que foi concebida para o uso por parte da engenharia e que tenha o melhor desempenho na execução dessa atividade em específico. Neste caso o PDM, que apresenta o contexto acima e prepara os dados de projeto, desde o início até o fim da concepção, e libera-os para os cuidados da área operacional, no sistema ERP, que inicia a produção e a aquisição dos itens desejados. Todo desvio encontrado na fase de produção dos itens deverá ser retornado ou informado à área de engenharia, para a correção dos documentos anteriormente liberados e para a necessária manutenção dos dados do produto e para a garantia que todos tenham somente um documento disponibilizado a todas as áreas.

Este caso citado demonstra claramente a base de desenvolvimento sendo o PDM e a base de suporte o ERP, que garante a execução daquilo que foi projetado pela engenharia, além de devolver as inconsistências encontradas no processo produtivo ou aquisitivo.

A Figura 62 esclarece o processo de fornecimento de um equipamento, no SAP, desde a estrutura neutra do produto com todas as variações possíveis, passando pela fase de adaptação ao que está no contrato do cliente, essa estrutura será denominada com o nome do projeto. Em azul encontra-se o desenvolvimento do projeto, da lista de peças e de materiais e a liberação para uma tabela “Z” temporária. Em rosa o desenvolvimento dos itens da engenharia de automação e liberados no sistema CAD, chamado COMOS. Os dados chegam ao PDM do CAD e ERP, para garantir toda a documentação ao cliente.

Neste caso fica evidenciada novamente toda a dependência do *template* no ERP.

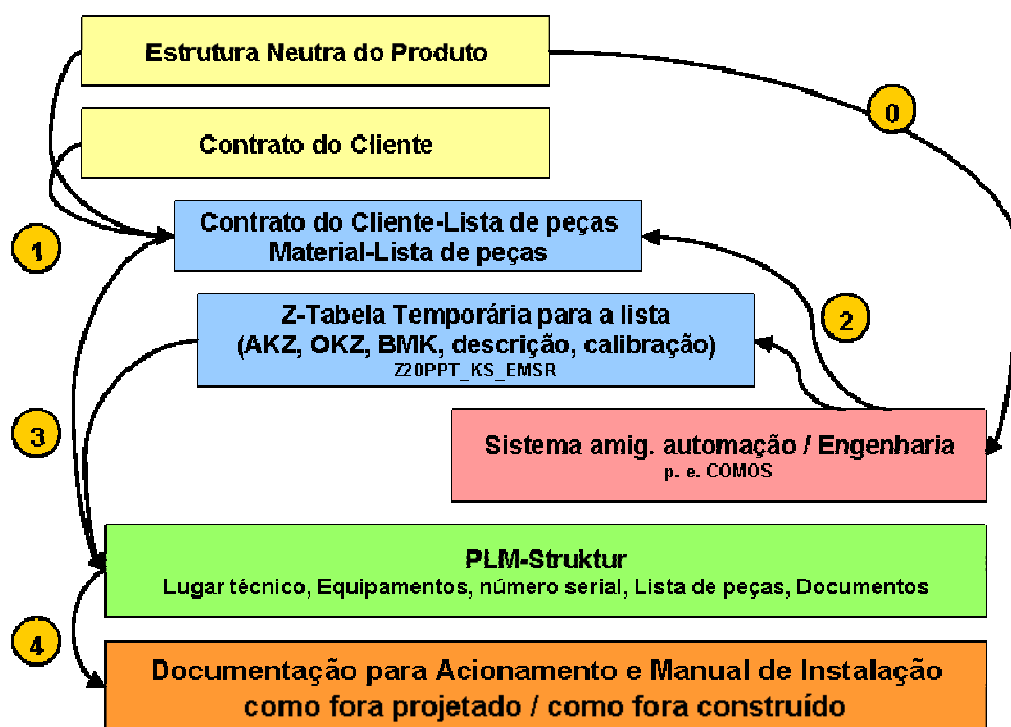


Figura 62: Construção da estrutura do PLM com base no ERP.

### 3.4 TRABALHOS FUTUROS PARA FINALIZAÇÃO DO *TEMPLATE*

Para a finalização da segunda fase deste projeto foi disponibilizado o cronograma (Figura 63) mostrando que em abril de 2009 o último sistema legado da localidade brasileira deverá ser desligado. As atividades detalhadas deste cronograma não sofreram alterações em relação aos anteriores, e fica evidenciado aqui, somente o problema do prazo final. Este cronograma foi dividido em grande marcos como mostra a Figura 64, sendo que somente o cumprimento de cada um desses marcos fará com que o projeto passe para o próximo, pois, são atividades dependentes. Neste planejamento é possível ver a fase de preparação e planejamento, seguida pelas fases de transferência de conhecimento e de conceitos do S4P para a unidade brasileira. A partir deste conhecimento adquirido, teve início a adaptação e o estudo da localização brasileira com vistas ao que fora apresentado. A localização também poderia ter sido chamada de tropicalização, pois, esta fase visa levantar os pontos divergentes entre o *template* e a realidade brasileira e apresentá-los à matriz.

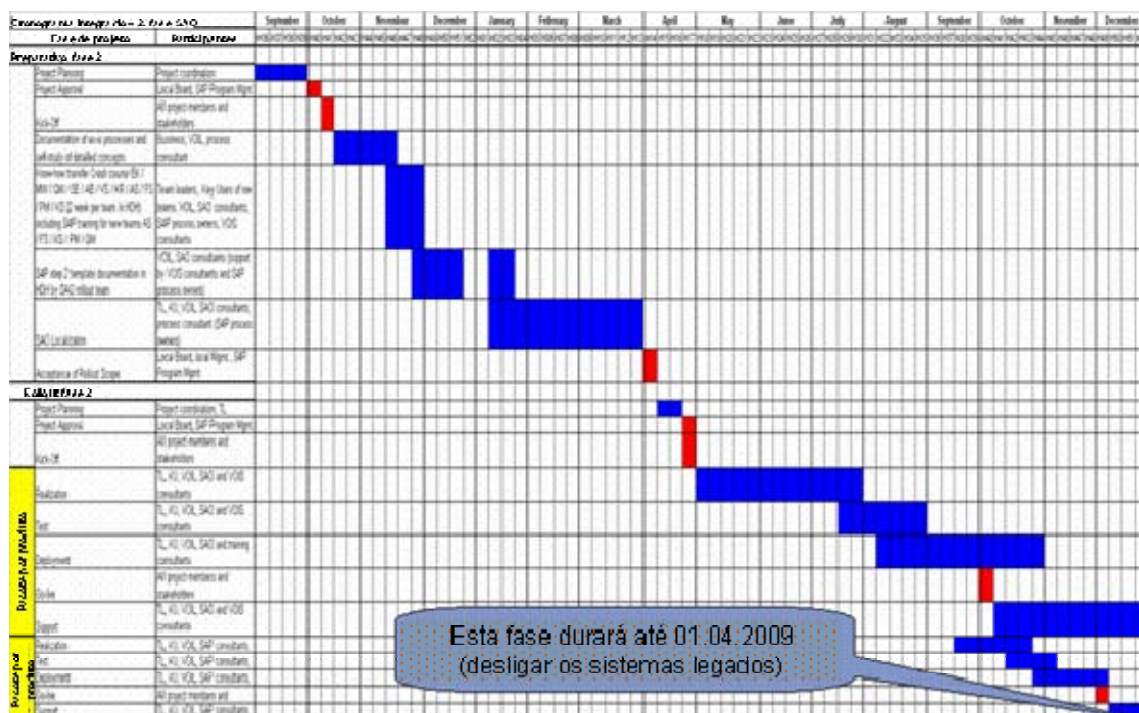


Figura 63: Cronograma do projeto de São Paulo para a fase 2.

### Visão Geral SAO Fase 2

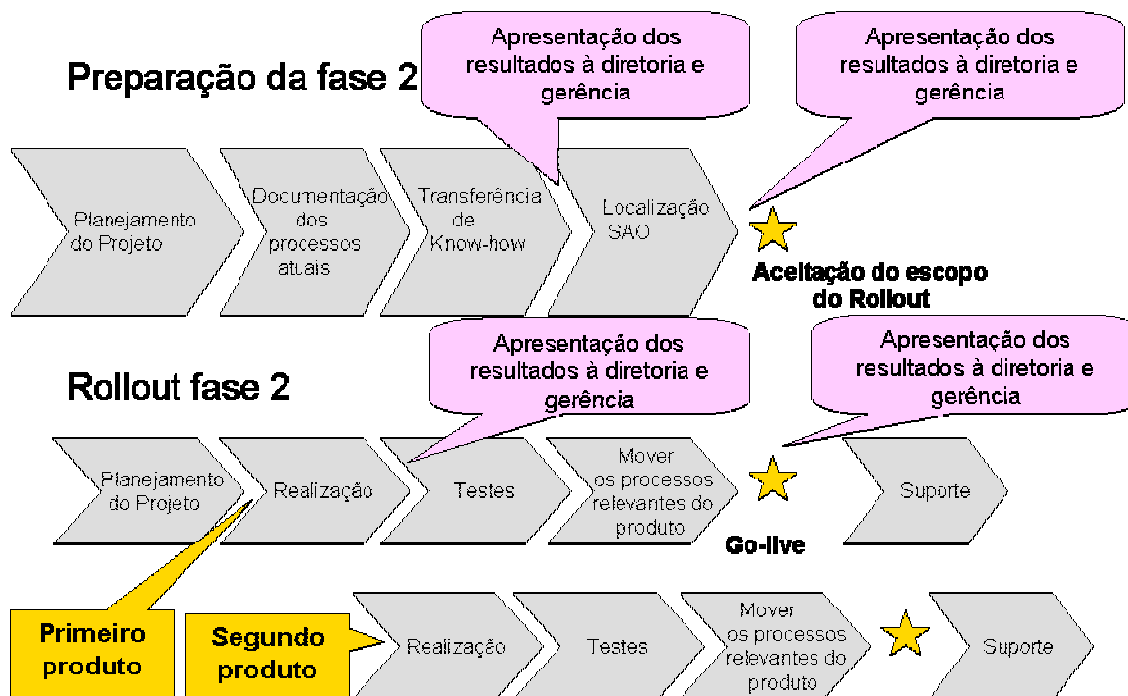


Figura 64: Visão Geral dos principais marcos da fase 2.

Nesta transferência de conhecimento foi apresentado também os vários



módulos que compõem o S4P. Uma área comum foi criada no *Sharepoint* da Microsoft para que todos os membros do projeto tivessem acesso à documentação disponibilizada.

Depois de um estudo detalhado e a aprovação do grupo brasileiro do escopo do projeto, iniciará a fase de execução, que se baseará na realização de customizações e de testes e até em migrações de dados dos sistemas atuais para o futuro ERP completo. Após estas atividades se iniciará o processo de uso do sistema a partir de um único produto, que será escolhido pelo grupo que lidera a localidade brasileira. Nesta fase prevê-se o uso gradativo do sistema e o acompanhamento de cada passo do processo até a definitiva impressão da última nota fiscal de embarque do equipamento.

Após esta operação coletiva de uso do sistema na produção em uma última fase do projeto de implantação desses sistemas está previsto a entrada dos dados de mais um equipamento para assegurar a qualidade da informação no sistema e a qualidade e o conhecimento dos usuários no uso desta nova ferramenta. As fases que serão acompanhadas na entrada dos dados do primeiro produto serão novamente repassadas nesta última avaliação, dando assim um aval final para a liberação definitiva do sistema. Em todas essas atividades será necessário e está previsto um suporte efetivo da matriz e da área de TI, além dos usuários-chaves que garantirão a passagem do conhecimento adquirido aos demais responsáveis na execução das atividades ordinárias.

Nesta segunda fase, uma nova estrutura de acompanhamento do mesmo foi organizada e baseada no comando compartilhado, isto é, a área de negócios da empresa lidera todos os assuntos relativos a negócios. Também toda relação de custos, prazo e qualidade relativos ao projeto, além de cuidar dos recursos da área de negócios, que deverão ser envolvidos a cada etapa desta nova fase. Já a área de TI cuida dos recursos necessários para a execução das customizações e testes, para dar o suporte necessário à área de negócios até a estabilização do sistema e para garantir a funcionalidade do sistema no *post-go-live*. Esta área deve implementar os novos pacotes técnicos vindos da SAP e

a devida preparação de um ambiente de desenvolvimento para a avaliação e testes destes novos pacotes antes de colocá-los em produção. O novo organograma é mostrado na Figura 65, que define também um time de patrocinadores e o gerente de projetos. Estes são os responsáveis para garantir o direcionamento correto dos objetivos da localidade brasileira dentro do contexto geral do projeto S4P.

O gerente de projeto reporta o andamento e termos de variáveis como: o prazo, a qualidade e os custos envolvidos a cada período e comunica os possíveis desvios, que caracterizarem um ajuste em qualquer uma das variáveis assim mencionadas.

### Organização do Projeto SAO - Preparação da 2ª Fase

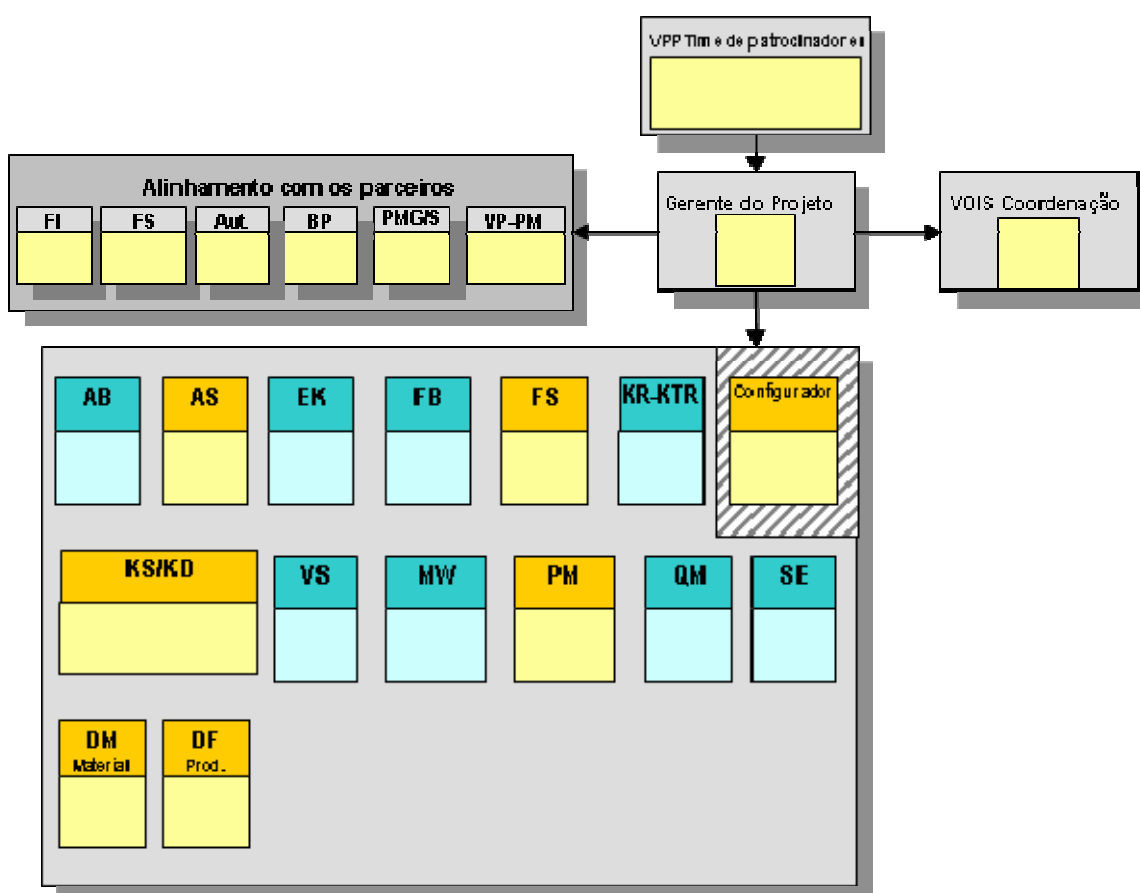


Figura 65: Organograma do projeto para a 2ª fase na localidade brasileira.

Cada caixinha abaixo do gerente de projetos é o responsável de negócios de uma área específica, assim como de uma parte de um módulo do sistema SAP. Esta pessoa tem o suporte de um consultor externo e de uma pessoa da área de TI local.

O detalhamento do MRP desenhado para atender a empresa na fase 2 do projeto S4P para a unidade brasileira. Ele está representado na Figura 66 e mostra que os prazos a serem tratados pelo mesmo virão da combinação da rede de prazos, cadastro mestre de materiais e da lista de peças. Esta combinação de dados recebidos e a programação de o sistema rodar uma vez por dia, depois do expediente para garantir a performance do ERP. Automaticamente e a qualquer hora que o administrador do sistema ter a certeza da necessidade de fazê-lo, gerará para as áreas de suprimentos e de fabricação as devidas requisições de itens para serem adquiridos ou produzidos. Aqui fica evidenciado a prioridade de se administrar corretamente os dados mestres e as redes de projetos, que são os depositórios de prazos dos itens pertencentes a um projeto.

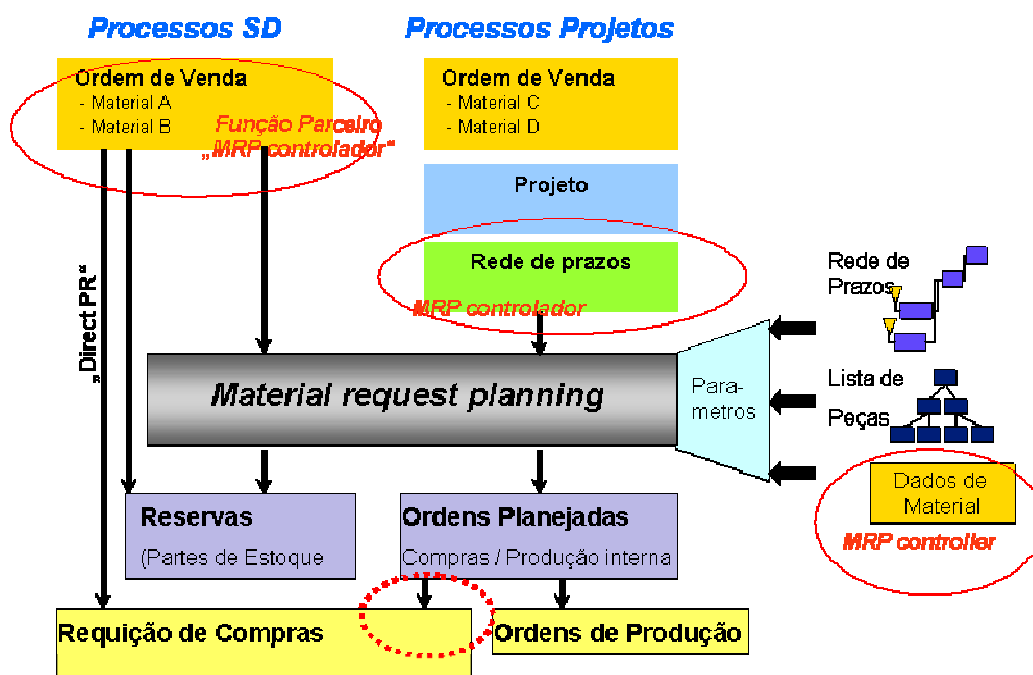


Figura 66: Visão Geral de transferência dos dados nas fases de um projeto.

Para que o MRP tenha os dados corretos das áreas precedentes, foi montada uma estrutura de sistemas e processos que garantam a qualidade dos mesmos, como mostrado na Figura 67. Nela pode-se ver o processo de criação de uma ordem desde a proposta, para cálculo do valor da oferta, até a sua liberação para o cadastro da ordem de venda. Depois, toda a migração dos dados de desenhos e de cálculos de engenharia e também das listas de peças combinados e arquivados no módulo de PLM, gerarão as três saídas esperadas pelo S4P, que são: documentação e manutenção da planta do cliente e a prestação.

Neste ponto cabe a reflexão de que o PLM está sendo usado como um repositório de dados e não utilizando as vantagens que este sistema traz, como descrito acima e na literatura. Para que os documentos de fornecedores e de parceiros externos sejam arquivados, alguém internamente deverá fazer a manutenção deste serviço. Neste ponto cabe ressaltar o problema de não se garantir que a última versão foi disponibilizada para os parceiros e fornecedores e nem que o documento que eles enviarem estará arquivado corretamente.

**Com S4P todos sistemas principais VP integram via dados harmonizados**

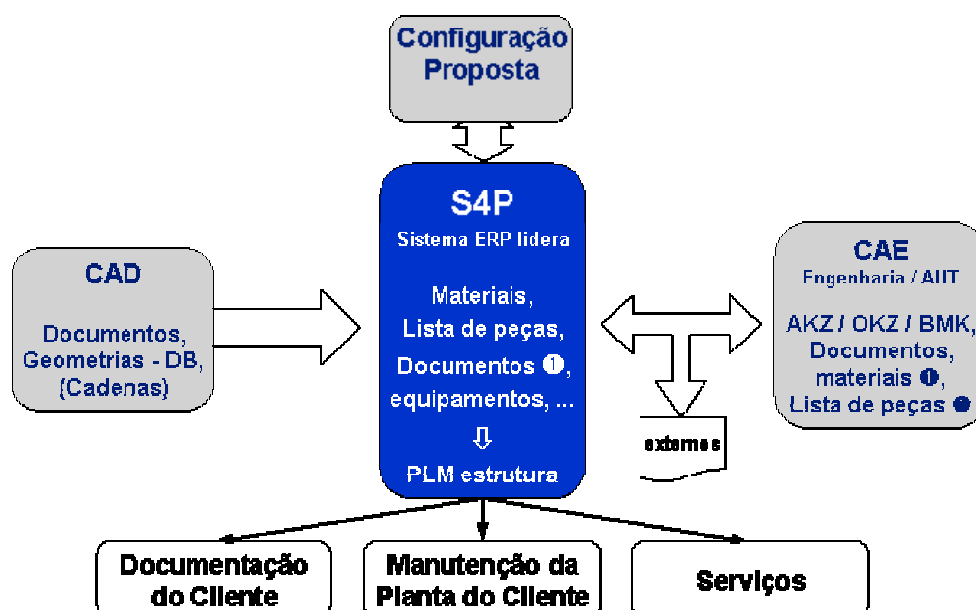


Figura 67: Estrutura de transferência dos dados entre os principais sistemas.

Após o planejamento executado pelo MRP e o seu devido encaminhamento aos itens que compõem as diversas listas de peças, faz-se necessário uma tela de consulta de prazos, com sinalizações e datas de ocorrências dos diversos eventos que se sucedem na execução das aquisições e fabricações. Para tanto, foi criada a tela de consulta que traz o número do item, o prazo da necessidade, um sinalizador de situação (vermelho - atrasado, amarelo – não encaminhado e em risco de atraso e verde – encaminhado ou adquirido ou produzido e ainda não está em situação crítica), dados do projeto a que o item pertence, a unidade produtora do produto, o *status* da peça, a denominação da peça, número de desenho, entre outras informações relevantes para a atividade de acompanhar o andamento de um projeto ou de vários.

Foi desenvolvida uma tela resumo que apresenta a data da liberação do item, os dados do projeto, o centro produtor, o *status* do item, a denominação. Foi criada com o objetivo de buscar a praticidade e a facilidade da resposta na consulta e pesquisa dos itens em processo.

Para o acompanhamento dos itens em processo de um projeto, foi criada uma outra tela contendo todas as informações das telas anteriores, mas com a hierarquização de produto e com a definição do *status* de como o item será obtido, na fabricação interna ou na compra do mesmo. Este *status* poderá ser alterado a qualquer momento que for necessário e decidido pelas pessoas responsáveis por esta atividade de coordenação do projeto e do encaminhamento dos itens. O *status* somente não poderá ser alterado se o item não fora adquirido ou produzido previamente. Também mostra todas as datas necessárias para os itens, sendo: datas planejadas, datas revisadas e datas atuais.

Também foi criada outra tela de mensagens, reportando os desvios de execução aos acompanhantes de projetos e esclarecendo aos mesmos em que fase os erros estão ocorrendo. Para o acompanhar um projeto de uma máquina de papel o grau de complexidade é grande, esta tela auxilia nesta atividade de controlar e informar aos responsáveis pela execução. Para que os mesmos reajam corretivamente e diretamente nos itens prioritários, e assim minimizar

qualquer impacto negativo de prazos, custo ou da qualidade dos equipamentos ou peças adquiridos ou produzidos. Ainda tem-se a sinalização da data problemática que o item deveria ter sido obtido, esta poderá ser revisada, mas deverá ser submetida a avaliação prévia do gerente do projeto em questão.

Para um melhor entendimento da estrutura do produto que será tratada no sistema SAP, uma tela foi concebida para esclarecer como será encaminhada a estrutura do produto pela organização. O projeto tem uma árvore muito grande de itens dependentes e está baseado na existência de subgrupos ou subitens que contêm grupos de construção, que podem ser e são divididos em componentes do grupo.

### Visão Geral da base de desenhos e de padrões

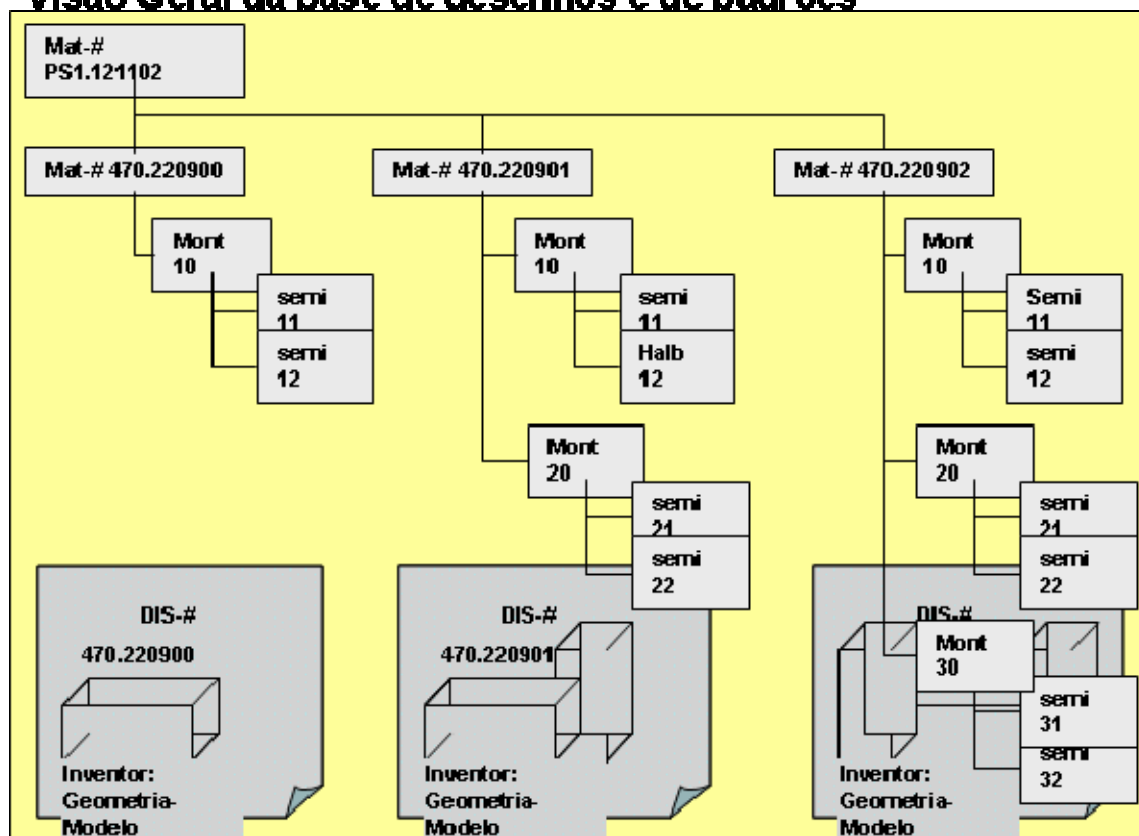


Figura 68: Padrões de componentes existentes na base de dados

Cada componente poderá e deverá ser definido partindo de padrões existentes na base de dados de referência do S4P. A Figura 68 mostra um exemplo de algumas opções construtivas e estruturais de um componente. O engenheiro

ou o projetista selecionará a partir destas opções que estão disponíveis no sistema SAP (S4P).

Partindo da análise das opções existentes para a seleção da estrutura que melhor atenderá as necessidades do projeto em desenvolvimento o projetista realizará, conforme a Figura 69 mostra, a devida escolha e a vinculará à estrutura do produto que estará sendo definida. Como cada projeto acaba sendo quase que único, os componentes utilizados como referência não poderão ser definidos em detalhes, pois, será uma perda de tempo da parte do *template*, que não poderá ser plenamente utilizado, devido aos detalhes que cada máquina em desenvolvimento apresenta. Portanto somente um mínimo grau de detalhamento será suficiente.

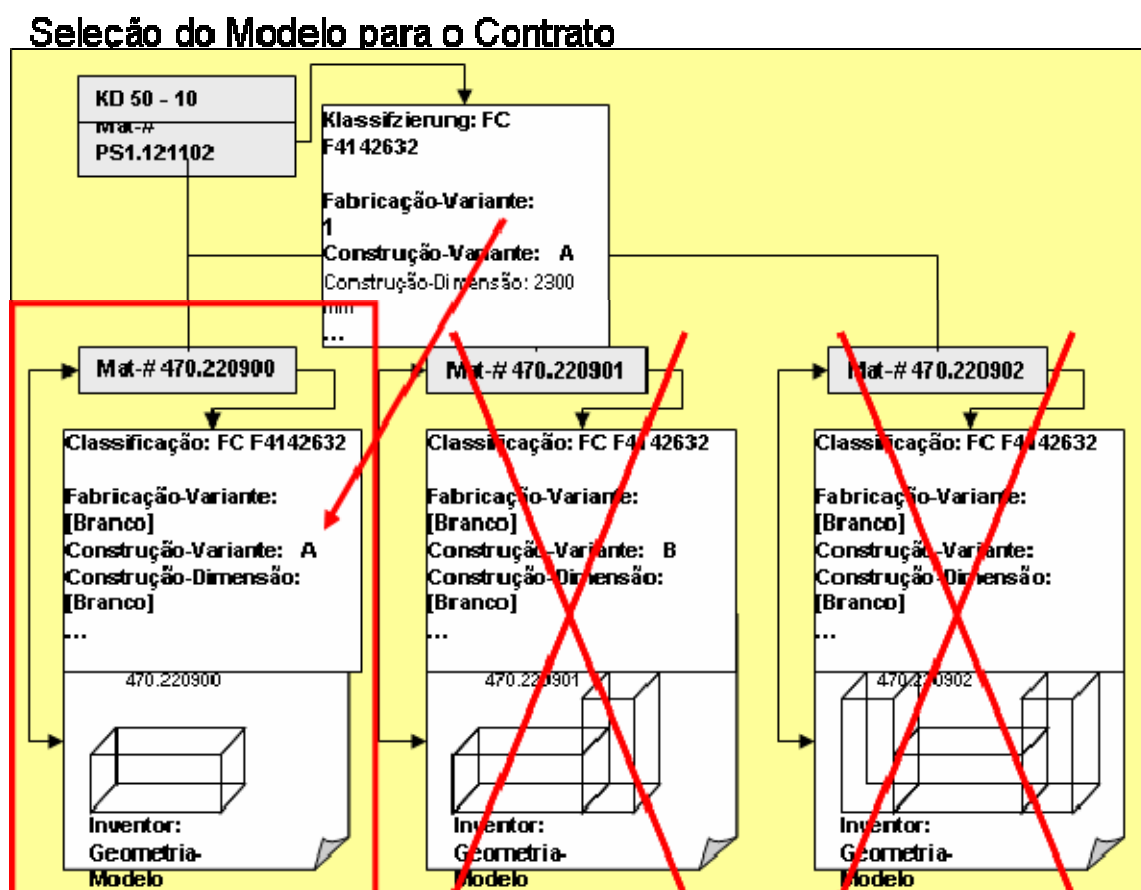


Figura 69: Seleção do componente para o detalhamento do projeto

Um passo seguinte, que é feito no módulo KS do S4P, será o complemento ou o preenchimento dos campos dos dados necessários a cada componente de

um projeto, como a Figura 70 demonstra. Antes de iniciar o detalhamento será necessário copiar os dados do componente de referência para a estrutura do produto que será produzido e então iniciar o desenvolvimento dos dados nesta nova estrutura. Antes de liberá-la para a produção, toda informação de geometria, de protocolos de testes e de análise, testes de qualidade, especificações de acabamento e de rugosidade e normas técnicas necessários deverão ser adicionados e ou previamente revisados para que o componente possua tudo o que for essencial para a sua produção / aquisição.

Todo este procedimento será realizado para todos os componentes que farão parte da estrutura do produto em desenvolvimento e logo após deverão ser liberados e arquivados no PLM / PDM para o futuro uso para a documentação e para os trabalhos do pós-venda de serviços e peças.

### Regras de cópia para área de produção.

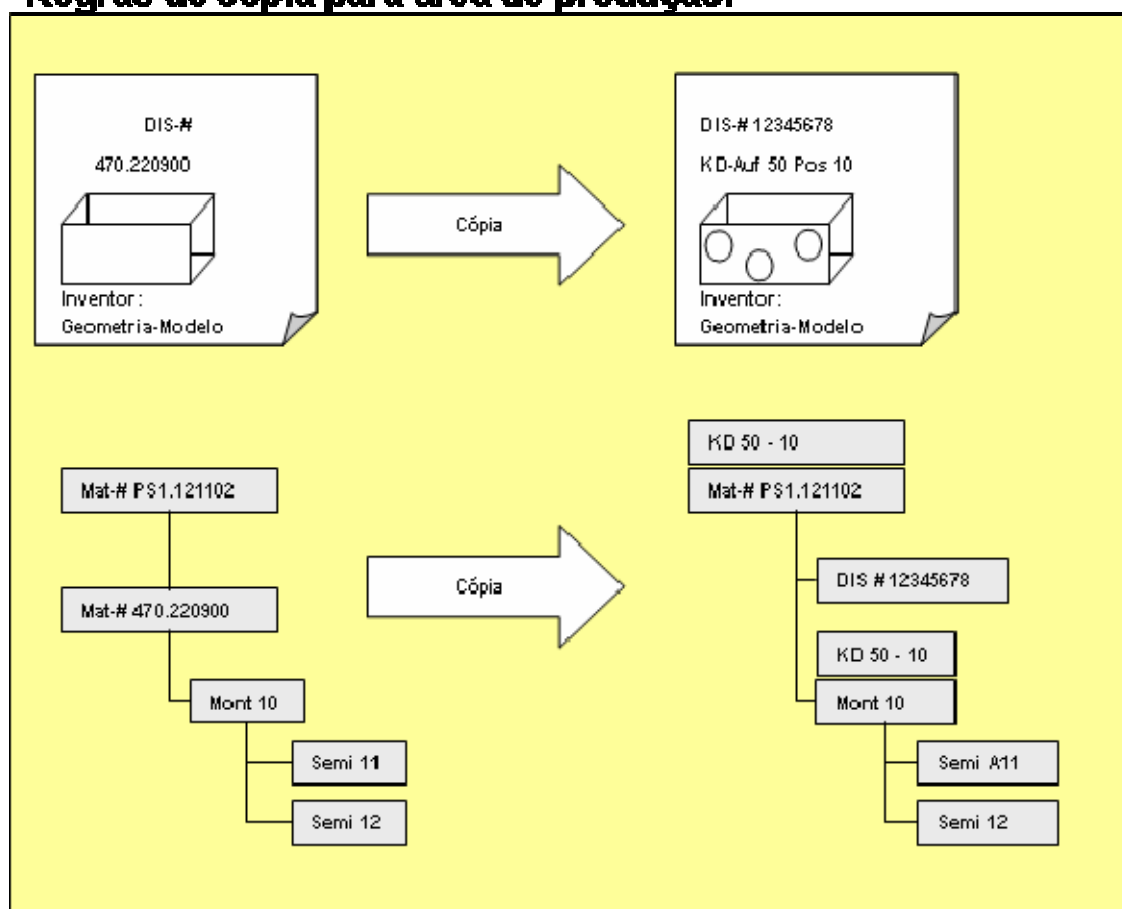


Figura 70: Regras de cópia para a área do projeto em desenvolvimento



Nesta fase final de desenvolvimento do projeto e da sua liberação para o planejamento de sua continuidade na organização o componente seguirá o passo descrito acima, no MRP, que dará o encaminhamento correto para as áreas competentes e responsáveis para as atividades que virão e finalizarão o processo de se ter um equipamento dessa natureza, máquina de papel.

Como foi descrito anteriormente o *template* somente estará disponível para testes no final de 2007, por tanto a análise definitiva das qualidades e dos defeitos que o mesmo apresentará, somente poderá feita após o uso do mesmo. No momento as afirmações referentes à segunda fase de implementação se basearam no conceito apresentado pela matriz em dezembro de 2006 e nas documentações entregues e disponibilizadas para todos os membros do projeto em todas as localidades que fazem parte do S4P.

## 4 ANÁLISE FINAL

Segundo a literatura estudada os sistemas PLM continuam se desenvolvendo na direção tecnológica do produto e pretendem abranger outras funcionalidades o que e levará mais alguns anos para atingirem uma maturidade ainda maior, necessária e esperada dos mesmos para os novos desafios de gerenciamento de tipos de produtos diferentes para cada tipo de empresa, como serviços, equipamentos, atendimento público, etc. Esta fase de maturação está sendo conduzida pelas várias empresas fornecedoras (UG, Dassault, SAP, Oracle, etc.) e usuárias destes tipos de sistemas.

Atualmente os grandes fornecedores de sistemas ERP têm demonstrado algum interesse de apresentarem também soluções do tipo PLM, para gerarem documentação de todo o produto para o cliente e para o mercado de peças de reserva e de reposição. Isto traz à tona uma aparente concorrência entre os vários fornecedores destes tipos diferentes de sistemas, pois os que estão no mercado de ERP estão expandindo a abrangência de seus produtos e invadindo uma área de atuação dos fornecedores de PLM.

### 4.1 PRINCIPAIS REQUISITOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM PDM A PARTIR DO SISTEMA ERP

Os principais requisitos de implementação de um PDM a partir do sistema ERP são:

- Base de dados deve ser a mesma, portanto o Cadastro mestre de materiais deve ser único;
- Deve haver um sincronismo entre as listas de dados geradas e transferidas, para manter a harmonização dos dados;
- Deve haver um gerenciamento de mudanças que manterá harmonizado os dados e manterá informadas as áreas envolvidas neste contexto;

- A harmonização do *workflow* é fundamental, assim como a limitação de cada um em relação ao acompanhamento dos processos;
- Precisa-se ficar evidenciada qual parte do equipamento será desenvolvida no ERP e qual parte será desenvolvida no PLM, já que somente empresas do mesmo grupo possuem o mesmo ERP.

A revisão bibliográfica sugere todos estes pontos destacados o que contrasta com o que foi implementado e consta no estudo de caso no tocante aos itens de gerenciamento da mudança que ainda não foi finalizado.

Em relação ao *workflow* que não foi disponibilizado no *template* da matriz e não há planos para isto aconteça num curto espaço de tempo, sendo este de fundamental importância para uma boa implementação de um sistema PDM.

E finalmente o sistema PLM no estudo de caso é um repositório de dados, muito similar a um EDM, não sendo tratado com toda a capacidade e funcionalidade que a literatura mostra como ideal.

Também foi mostrada a necessidade de se ter dados mestres harmonizados, para que os dados trocados entre os sistemas não entrem em conflito, quando do uso de dados desta natureza. Para tanto, a literatura pede que seja feita a manutenção em uma única base de dados e que essa compartilhe os mesmos com os demais bancos de dados e garanta a sua unicidade. Este ponto foi alcançado no estudo de caso, embora as unidades estejam criando dados em demasia, devido à falta de uma melhor tela de consulta dos dados já criados. Este problema está sendo resolvido por meio de uma solicitação local à matriz para criar uma tela com esta funcionalidade.

#### **4.2 PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DE UM SISTEMA EDM PARA FORNECER O SUPORTE ADEQUADO AO ERP**

A principal limitação de um sistema EDM é que o sistema somente faz o arquivamento de documentos, como demonstrado no capítulo 2.2. Este sistema somente poderá dar suporte ao ERP com base no arquivamento da

documentação dos itens da lista de peças (inspeção de qualidade, ensaios técnicos, acabamento superficial, dados de avaliação de desempenho, dados de acionamento, normas técnicas em que se enquadra, etc.) e também do cofre de segurança de acesso aos dados serão possíveis. As demais funcionalidades do PDM como:

- configuração de produto;
- definição dos itens da lista de peças;
- modelos e resultados das análises de engenharia;
- planos de projeto;
- gerenciamento de processos e de *workflow*;
- gerenciamento da estrutura do produto;
- classificação dos itens, comunicação e notificação dos usuários;
- gerenciamento do projeto físico digital;
- aprovações de procedimentos;
- integração com sistemas auxiliares;
- gerenciamento integrado de projeto e simulação; e
- principalmente para atender a velocidade do mercado, na possibilidade de realizar engenharia concorrente ou simultânea como mostrado na Figura 71.

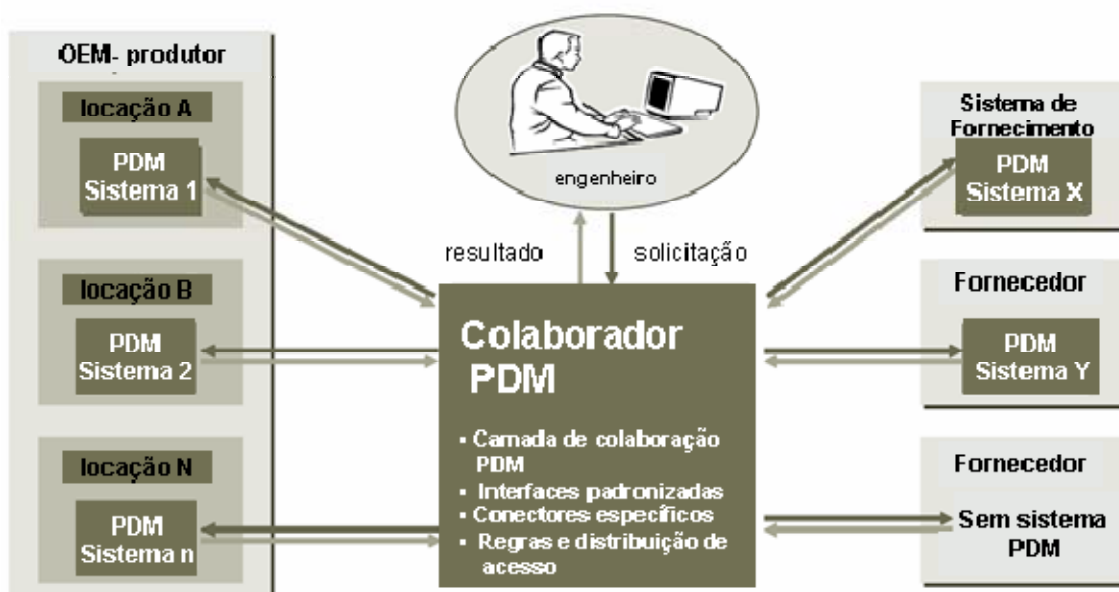


Figura 71: Engenharia colaborativa e m um ambiente de um PDM [1].

Todos estes pontos não poderão ser atendidos pelo EDM conforme mostra a literatura. Somente o PDM pode atender estas funcionalidades e poderá dar o suporte adequado à engenharia e à manufatura, desde a concepção até a finalização do projeto e a fabricação do mesmo. E serão pontos em aberto para futuras análises do *template* dentro da empresa estudada, pois, somente na segunda fase do projeto é que a engenharia e a manufatura farão parte do S4P. No momento, os sistemas são híbridos e o PDM é usado como se fosse um EDM de grande porte para arquivar os modelos 3D e os desenhos 2D que são gerados pela engenharia.

Pelo que foi apresentado pelos organizadores do *template*, o PDM continuará sendo um grande EDM e poucas funcionalidades serão adicionadas aos usuários, destacando-se que os pontos listados nesta análise não farão parte das atividades a serem executadas no PDM, como mostra a Figura 72.

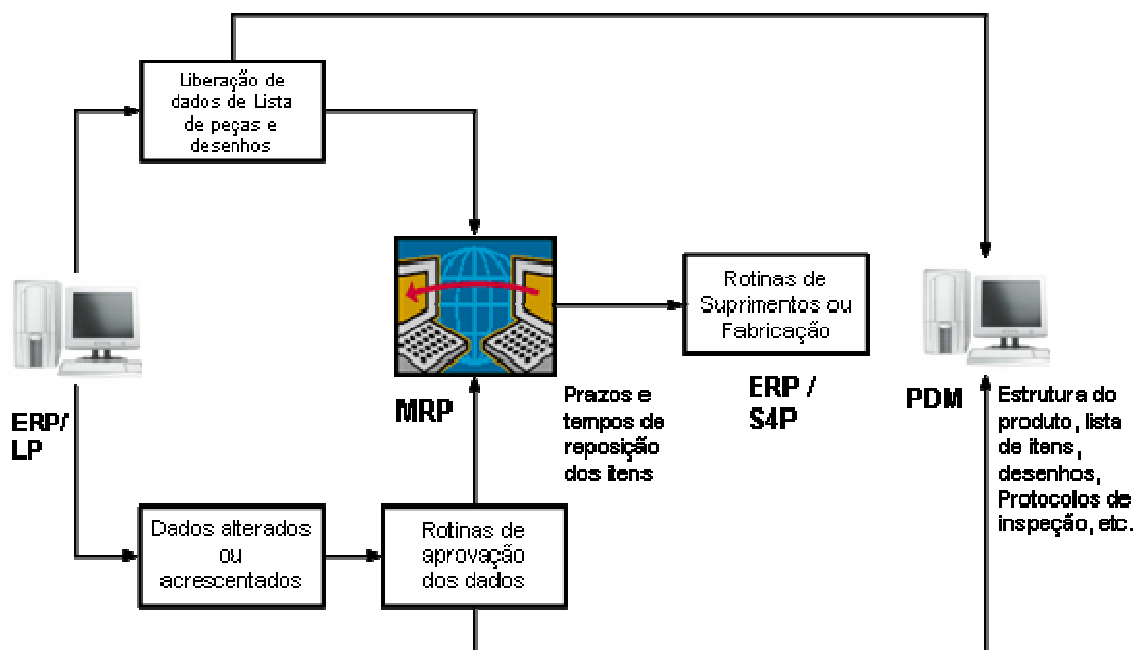


Figura 72: Arquitetura entre os sistemas ERP e PDM.

A implantação não atendeu o PDM e aumentou a distância para atender os requisitos deste sistema. O que levará a organização a ter que decidir passar por uma revisão técnica e estrutural do escopo atual do *template* e de alguns procedimentos que façam parte desta lógica.

#### 4.3 ANÁLISE DAS POSSÍVEIS INTEGRAÇÕES ENTRE O ERP E O PDM

A empresa do estudo de caso apresenta em seu planejamento o desejo de se usar a base ERP para desenvolver os projetos de produtos no qual, a partir destes dados, haverá a transferência para o sistema PLM e a devida manutenção dos dados mestres de cada um dos projetos desenvolvidos. Essa decisão de se manter o sistema ERP, como base para o desenvolvimento dos projetos, poderá trazer à empresa um possível atraso tecnológico nas ferramentas em uso pela organização.

Este atraso poderá vir da falta de prioridade dos fornecedores de ERP em investir na direção tecnológica em relação a principal função destes tipos de sistemas, que estão em contínuo processo de desenvolvimento, para

atenderem a demanda empresarial. Em contrapartida, temos os fornecedores de sistemas PLM que estão investindo pesado para aumentarem o número de funcionalidades que estes atenderão num futuro próximo.

O *template* não foi totalmente aderente à unidade brasileira, pois, vários cenários não foram contemplados no mesmo e levou a unidade a trabalhar por um determinado tempo fora dos padrões de gerenciamento que a mesma apresentava. Especialmente nos campos de gerenciamento de contratos ou projetos e no atendimento à legislação brasileira de impostos ficou muito distante do que se pode considerar satisfatório. Análise esta vinda dos próprios usuários e consultores que estão se empenhando para ajustar o sistema de forma a atender o que a legislação pede.

A implantação do S4P foi para uniformizar os processos e para que as unidades do grupo tivessem a mesma plataforma de sistemas e assim estabilizar a corporação, mas casou um retardo geral na elaboração do *template*, o que afetou muito os processos da localização brasileira e conseqüentemente uma desestabilização da mesma.

O treinamento deveria ter sido dividido em dois grupos. O primeiro que tomaria parte de todo o trabalho de condução e validação do *template*. Este grupo teria a incumbência de confrontar o sistema atual com o *software* proposto e saber de antemão se o sistema poderia ter certas funcionalidades que atenderiam a unidade. O segundo grupo deveria ser organizado para auxiliar no final dos testes e validação do sistema. Este grupo precisaria ter um bom conhecimento do S4P e se preparar na confrontação do dia-a-dia com o futuro *software* e até poder colaborar com o primeiro grupo alertando sobre possíveis anomalias encontradas durante os treinamentos. Ambos os grupos precisaram estar aptos a preparar a empresa para a fase de transição e fazer com que a mesma não corresse riscos desnecessários.

O desenvolvimento do *template* deveria ter considerado as características particulares de cada unidade, principalmente as que estão fora do continente Europeu. Neste caso haveria um número menor de problemas encontrados no

sistema durante a fase de testes e após a entrada do mesmo em produção.

A empresa somente desfrutará de algumas das funcionalidades do PLM em um prazo médio de três anos. Durante este tempo somente as funcionalidades de um EDM estarão sendo utilizadas para suportar o arquivamento dos modelos 3D e os diversos documentos necessários para a documentação de cada item produzido ou comprado (inspeção de qualidade, ensaios técnicos, acabamento superficial, dados de avaliação de desempenho, dados de acionamento, normas técnicas em que se enquadra, etc.). Uma pequena parte de um PDM será utilizada, mas não no PDM nativo e sim no ERP, sendo esta, a que gerenciará a troca de informações de um projeto dentro das unidades do grupo. Entre as OEM (*Original Equipment Manufacturer* - fabricante de equipamento original) do grupo será possível desenvolver o projeto até o fim, podendo avaliar a evolução do mesmo, durante todo o ciclo produtivo.

A parte que pertence aos parceiros externos não está contemplada e aqui fica o ponto onde o *template* não acompanha tecnologicamente a evolução pretendida pelo mercado, como mostra Figura 71.

Um grande problema apresentado neste estudo de caso foi a falta de uma consultoria externa coordenando, em parceria com a empresa, o projeto. A falta desta figura causou:

- um atraso contínuo no desenvolvimento do *template*, pois este está atrasado mais de um ano e 6 meses para estar finalizado, segundo o planejamento apresentado ao corpo executivo do grupo no começo de 2004;
- falhas de comunicação entre os grupos;
- falhas e até miopia por parte da empresa em controlar as interfaces entre os módulos, afetando o resultado apresentado pelo sistema no momento do uso em produção;
- falta de algumas funcionalidades de gerenciamento de projetos que



eram usadas pela empresa e que o sistema atual não atende até o momento. Estas funcionalidades estão sendo requeridas pelo corpo executivo local à nova gerência deste projeto de implantação da fase II e à alguns outros membros do corpo gerencial;

- Problemas na conceituação de como a nossa legislação precisa ser atendida e conseqüentemente falha no cálculo ou nas regras de recolhimento de alguns impostos.

Outro grande problema apresentado na organização deste projeto foi o fato de que a coordenação do mesmo estava sob a subordinação da área de TI, o que leva a área de negócios ter menos prioridade e até menos força de atuação nos pontos conflitantes entre *template* e processos locais. Fato que a própria literatura mostra ser motivo de sucesso ou fracasso do projeto.

## 5 CONCLUSÃO

A importância dos sistemas ERP e dos sistemas PLM para o desenvolvimento das empresas no mercado globalizado que se encontram é tida como uma premissa e vista como essencial, para que as mesmas respondam rapidamente à demanda esperada e almejada pelos respectivos clientes. As empresas estão expostas a essa concorrência mundial em que ameaças e oportunidades são defrontadas continuamente. O que se espera delas é a adequação e uma rápida e precisa resposta ao mercado a que se propõe atender.

Dentro deste contexto, é importante destacar as relações existentes entre os sistemas ERP e PDM, o que para tanto foi observado e analisado por meio de um levantamento bibliográfico complementado por um estudo de caso descritivo de um projeto de implantação desses sistemas e suas funcionalidades.

O objetivo dessa implementação era buscar a integração de todos os sistemas que a empresa continha, com a redução do número de sistemas e dos gastos de manutenção e do desenvolvimento contínuo que os sistemas antigos demandavam. Este objetivo não foi alcançado, pois, somente dois sistemas foram reduzidos na primeira fase (Olimpus e Magnus) e foi colocado o S4P (SAP) para substituí-los sem manter a mesma qualidade e relatórios de informação que havia antes deste novo sistema.

Buscou-se também a integração corporativa dos sistemas utilizados em todas as unidades do grupo. O objetivo desta integração era poder propiciar um ambiente colaborativo entre as unidades e facilitar o acesso dos dados por todos os membros da organização, com a única restrição de acesso segundo o perfil de cada usuário. O fato relevante foi o de não possibilitar o acesso aos fornecedores e parceiros a esse mesmo ambiente, devido a este ser feito no ERP, o que não deve ser um ambiente aberto a outras empresas. Somente o PDM possibilita este tipo de arquitetura colaborativa a outras empresas que

não sejam do mesmo grupo.

A necessidade de gerir os dados financeiros de modo mais claro e de acesso globalizado também foi um dos motivos para que a matriz solicitasse a participação da unidade brasileira. Este objetivo foi atingido pela matriz.

A organização do projeto foi estruturada por membros das unidades europeias, não tendo nenhum representante da unidade do Brasil, portanto, isto levou a maiores dificuldades de negociação para a solicitação de modificações ou de ajustes do *template*. A estrutura utilizada leva à unidade local, maiores dificuldades de se obter qualquer melhoria no sistema. A burocracia necessária para a aprovação, análise e implementação das alterações e das possíveis melhorias toma muito tempo e torna os processos e o próprio sistema muitas vezes um fardo pesado para os usuários. A própria literatura sugere que a manutenção do sistema seja centralizada, para evitar a desfiguração do *software*, mas a rotina de validação das solicitações não pode de forma alguma inviabilizar, ou demandar muito tempo para que seja analisada, aprovada e implementada, quando for realmente justificada a sua existência.

O objetivo de se avaliar as possíveis integrações entre os sistemas ERP e PDM pôde ser alcançado e mostra o quanto é importante controlar firmemente a troca de dados entre os sistemas, desde a origem dos dados no sistema PDM, como sugere a literatura até o possível retorno de algum dado alterado no sistema ERP, para que as bases de dados dos dois sistemas estejam harmonizadas. Destacam-se os pontos principais como fatores de sucesso para uma implementação dessa envergadura:

- Base de dados única – alcançada;
- Sincronismo e a harmonização dos dados – alcançada;
- Gerenciamento de mudanças – pendente;
- *Workflow* – não utilizado;

- Desenvolvimento do produto no PLM e execução e acompanhamento no ERP – não alcançado;

É possível para uma empresa que deseja atualizar-se tecnologicamente e operacionalmente seguir estes pré-requisitos e implementar esses sistemas, garantindo a performance desejada desses sistemas e mantendo-se competitiva perante a globalização atual.

A literatura sugere que o PDM seja a base tecnológica de criação do produto, do qual se obtém todos os dados necessários para o mesmo e envia estes dados para o sistema operacional ERP. Este dá continuidade à execução das etapas de aquisição e de manufatura do produto. A questão de o ERP ser um sistema suporte é atendida quando seguida a literatura, pois, na execução dos processos operacionais para a concretização do produto fisicamente, os ajustes e alterações de projeto, ou até melhorias no produto são possíveis e estas devem ser enviadas ao sistema de origem, PDM, para manter a base tecnológica do produto em contínuo desenvolvimento e o mais importante, atualizada. Este foi outro ponto divergente no estudo de caso e um fator crítico de sucesso para a implementação realizada. Este é um grande fator de risco, podendo gerar um atraso tecnológico em relação à concorrência e em relação às ferramentas disponibilizadas no mercado e também o não atendimento às necessidades futuras dos clientes.

Em relação ao sistema EDM não ser um sistema que atenda as expectativas de ser um sistema suporte na execução das atividades operacionais, fica evidenciado na literatura que o sistema é simplesmente usado e configurado para ser um gerenciador de documentos de engenharia, não contemplando o controle e acompanhamento dos processos, a estrutura física do produto, não possibilita a engenharia concorrente, a comunicação e notificação aos usuários, o *status* do desenvolvimento de cada parte do projeto, entre outras funcionalidades importantes para que os usuários do ERP possam consultar os dados disponibilizados e garantir que a execução seja realizada com a documentação certa e no momento certo para a produção dos componentes que compõe o produto. Neste ponto o estudo de caso se encontra no meio do

caminho. Usa o ERP para desenvolver a estrutura do produto, mas arquiva os dados no sistema PDM para garantir o ciclo de vida do produto e a documentação do mesmo.

### **5.1 PROPOSTAS DE PESQUISAS PARA TRABALHOS FUTUROS**

Outros trabalhos poderão ser encaminhados a partir dos levantamentos e estudos conduzidos, para a elaboração desta dissertação, a partir da literatura consultada e possibilitam indicar outros trabalhos futuros, como:

- a. pesquisa das tendências destes sistemas ERP e PLM no tocante a abrangência de cada um e qual poderá ser o enfoque destes nos próximos anos;
- b. Quais os fornecedores de ERP que incorporaram o PLM em seus pacotes de vendas e quais as características dos clientes que pedem este tipo de solução;
- c. Identificar no mercado nacional quais são as necessidades e tendências que as empresas estão requerendo dos *softwares* PLM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABRAMOVICI, M.; SCHULTE, S. *Product Lifecycle Management – State of the Art and Trends*. 11º Seminário Internacional de Alta Tecnologia – Inovações Tecnológicas no Desenvolvimento do Produto, p. 27-49, 2006
- [2] AL-SHIHABI, T.; ZEID, I. *A design-plan-oriented methodology for applying case-based adaptation to engineering design*. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis Manufacturing, Cambridge University, v. 12, p. 463-478, jul. 1998.
- [3] ALGEO, M.E.A.; BARKMEYER, E.J. *An Overview of Enterprise Resource Planning System in Manufacturing Enterprises*. National Institute of Standards and Technology. Chapter 999.
- [4] ANDERL, R. *Strategies for the Management of Product Development*. 9º Seminário Internacional de Alta Tecnologia – Inovações Tecnológicas no Desenvolvimento do Produto, p. 1-22, 2004.
- [5] ANDERL, R.; SILBERBACH, U. P. *Concepts for Information Updating and Migration in Collaborative Product Development Processes*. Product Data Journal, n. 2, p. 45-47, 2003.
- [6] Avatech Solutions. *What is Engineering Document Management* [http://www.avat.com/products/services/edm/what\\_is\\_edm.asp](http://www.avat.com/products/services/edm/what_is_edm.asp), 2007
- [7] BOWLAND, N. W.; GAO, J. X.; SHARMA, R. *A PDM and CAD-integrated assembly modeling environment for manufacturing planning*. Journal of Materials Processing Technology, Cranfeld, n. 138, p. 82-88, maio, 2003.
- [8] BRANDEL, M. *Not So Fast - The rush to finish a project is often inversely proportional to the ROI obtained from it*. Computer World, v.40, n. 3, p. 37-39, jan-16, 2006.
- [9] BRITT, P. *The New Age of Cash Management. Customers are demanding more functionality, but banks that listen could reap the rewards*, Bank Systems e Technology, v. 43, n.1, p. 26-29, Jan. 2006.
- [10] CARDOSO, D.; SOUZA, A.A. *Avaliação de um Sistema ERP como Instrumento para Gestão Financeira: Estudo de caso no setor Siderúrgico Brasileiro*. In: SOUZA, A. S.; SACCOL, A. Z. Sistemas ERP no Brasil. (Enterprise Resource Planning) Teorias e Casos. São Paulo: Atlas, p. 348-367, 2003.
- [11] CERRI, M.L. *Enterprise Resource Planning: Um Estudo sobre Estratégias de Implementação*. Dissertação de Mestrado, EESC-USP, 2004.

- [12] CIMdata. *Product Lifecycle Management, Empowering the Future of Business*, CIMdata, 2002.
- [13] COLANGELO FILHO, L. *Implantação de Sistemas ERP (Enterprise Resources Planning) – Um Enfoque de longo Prazo*. São Paulo: Atlas, 1ª edição, 2001.
- [14] CORRÊA, H.L; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRP-II, ERP – Conceito, Uso e Implantação*. São Paulo: Atlas, 4ª edição, 2001.
- [15] CRUZ, C.; RIBEIRO, U. *Metodologia científica: teoria e prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.
- [16] EIGNER, M. *Product Lifecycle Management (PLM) – The Engineering Backbone for Innovative Products*. 9º Seminário Internacional de Alta Tecnologia – Inovações Tecnológicas no Desenvolvimento do Produto, p. 23-43, 2004.
- [17] FELTES, M.; LÄMMER, L. XPDI – Standardization of Web-Based PLM Services for Collaborative Engineering. *Product Data Journal*, n. 1, p. 34-37, 2004.
- [18] GAICOIGNE, B. *PDM: the essential technology for concurrent engineering*. *World Class Design to Manufacture*, N° 1, p. 38 – 42, 1995.
- [19] GATTIKER, T.F., GOODHUE, D.L. *Understanding the Plant Level Costs and Benefits of ERP: Will the Ugly Duckling Always Turn Into a Swan*. Proceedings of the 33<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'00)
- [20] GATTIKER, T.F., GOODHUE, D.L. *Understanding the Plant Level Costs and Benefits of ERP through organizational information processing theory*. *Information e Management*, n 41, p. 431-443, 2004.
- [21] GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [22] GOMES, C.A.L. *Proposta de Roteiro para Seleção de Sistemas de Gestão Empresarial (ERP) com um Estudo de Caso de Aplicação*. Dissertação de Mestrado, PPGE-UNIMEP, 2003.
- [23] GUNASEKARAN, A. *An integrated product development-quality management system for manufacturing*. *The TQM Magazine*, v. 10, n. 2, p. 115-123, 1998.
- [24] HAMERI, A.; NIHTILÄ, J. *Product data management – exploratory study on state-of-the-art in one-of-a-kind industry*. *Computers in Industry*, n. 3, p. 195-206 1998

- [25] HONG, K.K.; KIM, Y.G. *The critical success factors for ERP implantation: an organizational fit perspective*. Information e Management, v. 40, Issue 1, p. 25-40, October 2002.
- [26] JIAO, J.; TSENG, M. M. *A requirement management database system for product definition*. Integrated Manufacturing Systems, v. 10, n. 3, p. 146-153.
- [27] KAPP, K.M.; LATHAM, W. F.; FORD-LATHAM, H.N. *Integrated Learning for ERP Success – A Learning Requirement Planning Approach*. Cap. 3-9, 2001
- [28] KARCHER, A.; DETTMERING, H.; ENGEL, T.; ARNOLD, V. *Procedural Model for Continuous Product Lifecycle Information Management for SME (PLM4KMU)*. Product Data Journal, n.2, p. 52-56, 2003.
- [29] KIMURA, F.; SUZUKI, H. *Product Life Cycle Modelling for Inverse Manufacturing*. Proceedings of the IFIP WG5.3 international conference, p. 82-89, 1995.
- [30] KLUMPP, K.H. *Planejamento e Controlando a Produção em um ambiente ERP: Um Estudo de caso*. Dissertação de Mestrado, PPGE-UNIMEP, 1999.
- [31] KOCH, C. *The ABCs of ERP*. CIO Magazine NOV 17, 2005. Disponível em: [http://www.cio.com/email\\_link.html?ID=14605](http://www.cio.com/email_link.html?ID=14605), 2005
- [32] KRAUSE, F.L.; KIND, C. *Potentials of information technology for life-cycle-oriented product and process development*. Proceedings of the IFIP WG5.3 international conference, p. 15-27, 1995.
- [33] KRAUSE, F.L.; KIND, C.; JUNGK, H. *An End-to-End Product Status Model as an Integration Tool in Product Lifecycle Management*. Product Data Journal, n.2, p. 57-61, 2003.
- [34] KUMAR, R. *A QFD based methodology for evaluating a company's PDM requirements for collaborative product development*. Industrial Management e Data Systems, v. 101, n. 3, p 126-131, 2001.
- [35] KUMAR, R.; MIDHA, P. S. *A QFD based methodology for evaluating a company's PDM requirements for collaborative product development*. Industrial Management e Data Systems, vol. 101, n. 3, p. 126-131, 2001.
- [36] LINDQUIST, C. *FIXING THE REQUIREMENTS MESS The requirements process-literally, deciding what should be included in software-is destroying projects in ways that aren't evident until it's too late*. CIO -FRAMINGHAM MA, v. 19, n. 4, p. 52-60, 2005.
- [37] LU, S. C.; CAI, J. *A collaborative design process model in the socio-technical engineering design framework* Artificial Intelligence for Engineering



- Design, Analysis Manufacturing, Cambridge University, v. 15, p. 3-20, jun. 2000.
- [38] MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Técnicas de Pesquisa*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [39] MARTINS, G. A.; LINTZ, A. *Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso*. São Paulo: Atlas, 2000.
- [40] MARTINS, D. S. *Tecnologias e Funcionalidades do Gerenciamento Eletrônico de Documentos – GED*. ICET – Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Centro Universitário Feevale. RS, 2006. [http://comp.uniformg.edu.br/plone/artigos2006/antonio/Ercomp\\_Artigo24.doc](http://comp.uniformg.edu.br/plone/artigos2006/antonio/Ercomp_Artigo24.doc)
- [41] MEDEIROS, A. C. M.; FERREIRA, S. B. L. *Administração de Projetos Complexos: ERP na Petrobrás*. In: SOUZA, A. S.; SACCOL, A. Z. *Sistemas ERP no Brasil. (Enterprise Resource Planning) Teorias e Casos*. São Paulo: Atlas, p. 131-145, 2003.
- [42] MENDES, J. A.; ESCRIVÃO FILHO, E. *Sistemas integrados de gestão ERP em pequenas empresas: um confronto entre o referencial teórico e a prática empresarial*. *Gestão e Produção*, v. 9, n. 3, 2002
- [43] MERTNS, K.; JOCHEM, R. *Integrated Enterprise Modelling for Business Process Reengineering Dynamically Modified Method of Data Model in the Product Development Process*. Proceedings of the IFIP WG5.3 international conference, p. 589-600, 1995.
- [44] MICHEL. R. *Manufacturing Business Technology*. Highlands Ranch. Disponível em:  
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=956136611esid=2eFmt=3eclientId=61611eRQT=309eVName=PQD>, dec. 2005. Acesso em 2006.
- [45] MURPHY, K.E.; SIMON, S.J. *Using Cost Benefit Analysis for Enterprise Resource Planning Project Evaluation: A Case for Including Intangibles*. Proceedings of the 34<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'01), 2001
- [46] NANDHAKUMAR, J.; TALVINEN, M. R. *Planning for 'drift'?: Implementation process of enterprise resource planning systems*. Proceedings of the 36<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'03)
- [47] NING, R.; LI, B. *Dynamically Modified Method of Data Model in the Product Development Process*. Proceedings of the IFIP WG5.3 international conference, p. 467-474, 1995.
- [48] OU-YANG, C.; CHENG, M. C. *Developing a PDM/MRP integration framework to evaluate the influence of engineering change on inventory*

- scrap cost*. Department of Industrial Management. National Taiwan University of Science and technology. Taipei, v. 22, p. 161-174, jun. 2003.
- [49] OZAKI, A.M.; VIDAL, A.G. *Desafios da Implementação de Sistemas ERP: Um Estudo de caso em empresa de Médio Porte*. In: SOUZA, A. S.; SACCOL, A. Z. *Sistemas ERP no Brasil. (Enterprise Resource Planning) Teorias e Casos*. São Paulo: Atlas, p. 285-303, 2003.
- [50] PATZ, F. CAD-Based Engineering Collaboration via the Internet. *Product Data Journal*, n. 2, p. 19-21, 2003.
- [51] PELTONEN, H.; MÄNNISTÖ, T.; SULONEN, R. *An Engineering Document Management System*. ASME Winter Annual Meeting, New Orleans, Louisiana – paper 93-WA/EDA-1, 1993
- [52] PEREIRA, C.D.S.; RICCIO, E.L. *Caso Seguradora: Insucesso na Implementação de um Sistema ERP*. In: SOUZA, A. S.; SACCOL, A. Z. *Sistemas ERP no Brasil. (Enterprise Resource Planning) Teorias e Casos*. São Paulo: Atlas, p. 146-169, 2003.
- [53] PHILPOTTS, M. *An introduction to the concepts, benefits and terminology of product data management*. *Industrial Management e Data Systems*, Coventry, v. 4, n. 96, p. 11-17, 1996.
- [54] PIKOSZ, P.; MALMSTRÖM, J.; MALMQVIST, J. *Strategies for Introducing PDM System in Engineering Companies*. *Machine and Vehicle Design*. Chalmers University of Technology. S- 412 96, Göteborg – Sweden.
- [55] POZZEBON, M.; PINSONNEAULT, A. *Desmistificando a Retórica de “Não-Abertura à Mudança” que Caracteriza os Projetos ERP: Quadro Teórico e Ilustração Empírica*. In: SOUZA, A. S.; SACCOL, A. Z. *Sistemas ERP no Brasil. (Enterprise Resource Planning) Teorias e Casos*. São Paulo: Atlas, p. 89-105, 2003.
- [56] RECH, R.; KLEIN, L. *STEP-Based PDM Solution for SMEs*. *Product Data Journal*, n.2, p. 22-25, 2003.
- [57] RM SISTEMAS. *Metodus RM -2000*
- [58] SACKET, P.J.; BRYAN, M.G. *Framework for the development of a product data management strategy*, *International Journal of Operations e Production Management*, N° 2, 1998, p. 168 – 179
- [59] SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 22.ed. São Paulo: Cortez, 2002
- [60] SINZ, C.; KAISER, A.; KÜCHLIN, W. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, v. 17, p.75-95, 2003.
- [61] SOMERS, T. M.; NELSON, K. *The Impact of Critical Success Factors*

*across the Stages of Enterprise Resource Planning Implementation.* Proceedings of the 34<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'01)

- [62] SOUZA, C.A.; ZWICKER, R. *Sistemas ERP Estudo de Casos Múltiplos em Empresas Brasileiras.* In: SOUZA, A. S.; SACCOL, A. Z. *Sistemas ERP no Brasil. (Enterprise Resource Planning) Teorias e Casos.* São Paulo: Atlas, p. 89-105, 2003.
- [63] SULAIMAN, R. *Change and Delay.* Manufacturing Engineer. Universiti Kebangsaan, Malaysia, 2000.
- [64] SZITÁS, Z. *Technical requirements in Enterprise Resource Planning Systems.* 27<sup>th</sup> International Spring Seminar on Electronics Technology, 2004.
- [65] THILMANY, J. *Information Interface. Developments in communication software promise a robust future for engineering technology.* The American Society of Mechanical Engineers, 2001
- [66] VOGT, C. *Intractable ERP. A Comprehensive Analysis of Failed Enterprise-Resource-Planning Projects.* Software Engineering Notes, v. 27, n2, p. 62-68, 2002
- [67] WALSH, R. A.; CORMIER, D. R. *Computer-aided design, manufacturing and engineering systems.* Digital Engineering Library. Disponível em: [www.digitalengineeringlibrary.com](http://www.digitalengineeringlibrary.com), 2004. Acesso em 2006.
- [68] WYLDE, M. *Marriage of ERP and EAM / CMMS: Means better business decision.* Plant Engineering, n. 60, p. 27-29, jan. 06.
- [69] XU. X. W.; LIU. T. *A web enabled PDM System in a collaborative design environment.* Robotics and Computer integrated Manufacturing, v. 19, n. 4, p 315-328, nov. 2002.
- [70] YANG, O.; CHENG, M.C. *Developing a PDM / ERP integration framework to evaluate the influence of engineering change on inventory scrap cost.* The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, n. 22, p. 161-174, 2003.
- [71] YANG, O.; JIANG, T.A. *Developing an Integration Framework to Support the Information Flow between PDM and MRP.* The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, n. 19, p. 131-141, 2002.
- [72] YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos.* Porto Alegre: Bookman, 2001.