

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Departamento de Engenharia de Produção

Caso de aplicação e identificação do entendimento do conceito *Product Lifecycle Management* em uma indústria brasileira de bens de capital

FERNANDO ELIAS ALVES DA FONSECA
ORIENTADOR: PROF. TIT. HENRIQUE ROZENFELD

São Carlos
Dezembro de 2007

FERNANDO E. A. FONSECA

Caso de aplicação e identificação do entendimento do
conceito *Product Lifecycle Management* em uma indústria
brasileira de bens de capital

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Engenheiro de Produção Mecânico

ORIENTADOR: PROF. TIT. HENRIQUE ROZENFELD

São Carlos
Dezembro de 2007

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 JUSTIFICATIVA	6
1.2 OBJETIVO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT	7
2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	14
3. METODOLOGIA.....	18
3.1 CLASSIFICAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA METODOLOGIA ADOTADA	18
3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE.....	21
3.3 PROCESSO DE COLETA DE DADOS.....	21
3.4 PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS.....	23
4. ANÁLISE	24
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	24
4.2 ENTENDIMENTO SOBRE O CONCEITO PLM.....	24
4.3 SISTEMA PLM EMPREGADO.....	25
4.4 EXPERIÊNCIAS E ESTRATÉGIAS DE PLM	27
5. CONCLUSÕES.....	28
6. ANEXOS	29
A. ROTEIRO DE ENTREVISTA	29
7. BIBLIOGRAFIA	39

Resumo

FONSECA, F. E. A. **Caso de aplicação e identificação do entendimento do conceito *Product Lifecycle Management* em uma indústria brasileira de bens de capital.** 2007. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

Atualmente, as empresas estão inseridas num ambiente altamente competitivo. E para sobreviverem ou se destacarem devem utilizar novas técnicas, ferramentas ou metodologias que as auxiliem neste novo ambiente. Dentro deste contexto se destaca o *Product Lifecycle Management* como uma importante estratégia de negócio que vem impulsionar a competitividade das empresas. Dessa forma, um estudo do real entendimento e aplicação desse novo conceito nas empresas brasileiras se faz necessário para que se possa avaliar a maneira com que estas empresas atualmente lidam com o tema. Para isso, este trabalho se propôs a levantar a situação da aplicação e o nível de entendimento do conceito PLM, por meio de um estudo de caso, em uma empresa nacional de bens de capital de grande porte.

Palavras-chave: gestão do ciclo de vida de produtos; PLM; Processo de desenvolvimento de produtos.

1. Introdução

A abertura dos mercados e a intensificação do processo de globalização na economia têm levado as empresas a uma contínua busca pela melhoria de sua competitividade. Dessa maneira, para sobreviverem e se destacarem no competitivo e acirrado mercado globalizado, as empresas devem estar preparadas para oferecerem produtos inovadores, com alta qualidade, baixo custo e que demandem um curto período de desenvolvimento. Assim, para atingir esses objetivos, as empresas podem fazer uso do *Product Lifecycle Management* (PLM), que é definido como uma estratégia de negócio que auxilia na redução de custos, melhora da qualidade e diminuição do *time-to-market* dos produtos (CIMdata, 2002).

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa mais abrangente que pretende conhecer e documentar casos de aplicação de sistemas PLM nas empresas brasileiras de bens de capital, comparando-os com a situação internacional e, dessa forma, obter requisitos para o desenvolvimento desses sistemas. Como parte deste projeto mais abrangente, este trabalho se propôs a levantar a situação da aplicação e o nível de entendimento do conceito PLM em uma empresa nacional de bens de capital de grande porte.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica que é apresentada no tópico dois, posteriormente apresenta-se a metodologia utilizada no trabalho. No tópico quatro a análise do projeto é discutida seguida pelas constatações do projeto. Apresenta-se no tópico seis o anexo do trabalho e, por fim, as referências utilizadas para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

1.1 Justificativa

O PLM permite às empresas controlar todas as informações relacionadas aos produtos ao longo do ciclo de vida, desde a concepção inicial até o descarte do produto. Este controle é de suma importância para as indústrias, pois auxilia no gerenciamento de todas as informações e atividades do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), garantindo que eles sejam lançados nos prazos estabelecidos, reduzindo custos, propiciando qualidade e, por consequência, a satisfação dos clientes (Stark, 2006).

No entanto, sua implantação é árdua e, por se tratar de um assunto relativamente novo, muitas vezes as empresas não compreendem sua real necessidade e benefícios. Portanto, faz-se necessário um estudo mais profundo do real entendimento do tema no ambiente das empresas brasileiras, o que propiciaria uma visão abrangente da maneira com que estas atualmente lidam com este conceito.

1.2 Objetivo

O objeto principal deste trabalho é levantar a situação da aplicação e o nível de entendimento do conceito PLM em uma empresa nacional de bens de capital de grande porte.

2. Revisão Bibliográfica

Como parte de uma das etapas do plano de pesquisa elaborado anteriormente, a revisão bibliográfica tem como objetivo obter o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento deste trabalho. Para tanto, foi necessário a leitura e entendimento dos seguintes assuntos: gerenciamento do ciclo de vida de produtos (*Product Lifecycle Management*) e processo de desenvolvimento de produtos.

Inicialmente será discutido o conceito de *Product Lifecycle Management*, bem como seus principais benefícios, vantagens e componentes. A seguir serão apresentados os principais conceitos do processo de desenvolvimento de produtos.

2.1 Product Lifecycle Management

Segundo CIMdata (2003, p.5) PLM é “uma estratégia de negócio que utiliza um consistente conjunto de soluções de negócio para suportar a criação colaborativa, gerenciamento, disseminação e uso das informações da definição do produto ao longo da empresa e seus parceiros desde o conceito inicial ao fim da vida – integrando pessoas, processos, sistemas de negócio e informações”.

Para um completo entendimento da definição acima, faz-se necessário a compreensão do termo “definição do produto” ou *product definition*. A definição do produto é o conjunto de todas as informações relacionadas com o processo de criação e gerenciamento do capital intelectual da empresa. Seu início se dá com a primeira concepção do produto através do levantamento das necessidades dos clientes e estende-se até sua obsolescência. Assim, todas as informações relacionadas com o projeto, manufatura, operação, serviços e retirada do produto do mercado fazem parte do escopo da definição do produto (CIMdata, 2002). Além disso, a definição do produto inclui detalhes da performance do produto, custo, estrutura, componentes, bem como detalhes relacionados aos processos de fabricação (Stark, 2006).

A definição do produto, não necessariamente, reside dentro de apenas uma empresa, ela pode estar sendo compartilhada com seus parceiros, ou seja, estas informações podem estar presente nos fornecedores, clientes e outros parceiros de negócios localizados na mesma região da empresa ou até em diferentes países.

Assim, o PLM mostra-se importante, pois, por meio dele, pode-se ter o gerenciamento completo do ciclo de vida do portfólio de produtos da empresa de uma maneira concisa e integrada. Por outro lado, o PLM tem se mostrado um dos maiores paradigmas das empresas, pois, muitas vezes, não é bem compreendido e como consequência não se consegue fazer a gestão efetiva de todas as informações relacionadas aos produtos ao longo de seus ciclos de vida.

Para um melhor entendimento do conceito de PLM, podemos dividí-los em abordagem PLM e sistemas PLM. A abordagem PLM é uma abordagem de negócio que visa melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos, o qual será discutido mais adiante, por meio da integração de pessoas, sistemas e organizações de forma colaborativa, durante todo o ciclo de vida, gerenciando dados relacionados ao produto e projeto. Os sistemas PLM são os conjuntos de aplicações de softwares que auxiliam todos os processos de negócio da empresa relacionados com os produtos durante todo o ciclo de vida.

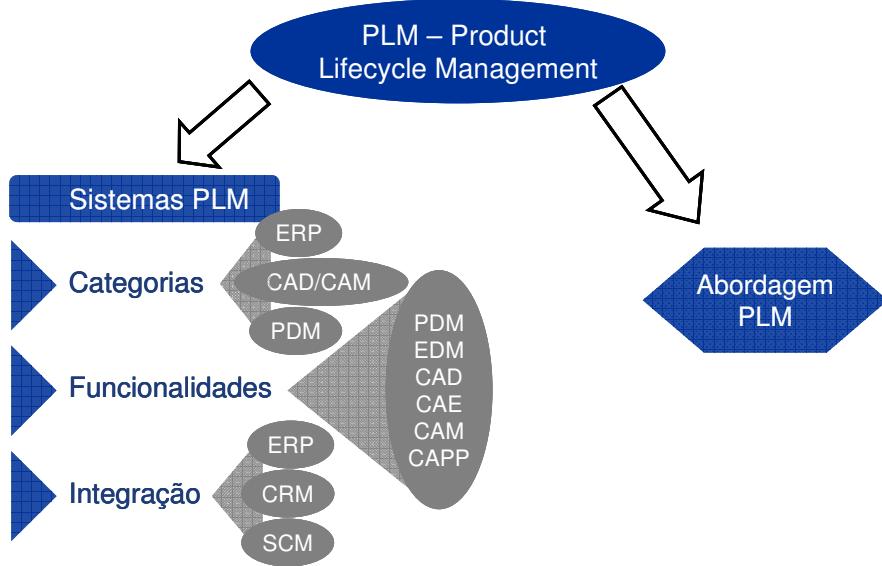


Figura 1. Sistemas PLM x Abordagem PLM

Apesar das diversas origens, que podem ser de fornecedores de ERP, CAD/CAM e PDM, os sistemas PLM abrangem as funcionalidades dos sistemas PDM, EDM, CAD, CAE, CAM e CAPP e estão intimamente integrados aos sistemas ERP, CRM e SCM.

A tendência dos sistemas PLM é a integração completa de todas as soluções que auxiliam as atividades operacionais e de projeto ao longo do ciclo de vida do produto, conforme pode ser observado na figura 2, na qual Garetti et al. (2005) apresenta a correlação entre PLM e os principais processos de negócio e soluções da empresas.

Segundo Garetti et al. (2005), PLM é considerado um dos maiores desafios organizacionais e tecnológicos para as empresas de manufatura desta década, pois, atualmente, as empresas lidam com uma grande quantidade de informações relacionadas aos produtos dispersas em muitas áreas e, muitas vezes, em parceiros que podem trabalhar colaborativamente com estas empresas. Além disso, o ritmo de crescimento da quantidade de informações é muito maior comparado ao de anos atrás, pois, devido à alta competitividade entre as empresas, faz-se necessário o lançamento de produtos em um curto intervalo de tempo.

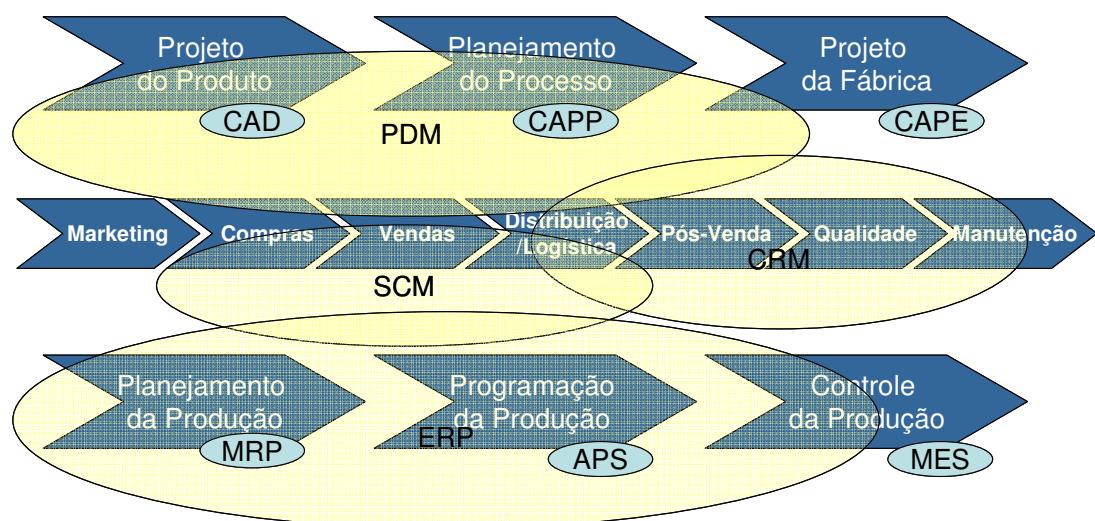


Figura 2. Contexto dos sistemas PLM
Fonte: Garetti et al., 2005, p. 46

O não entendimento e a falta de percepção dos resultados e benefícios deste novo conceito são causados, segundo Schuh et al. (2007), por três causas principais. Primeiro, falta de um conhecimento profundo do assunto e o que realmente o PLM significa na prática. Segundo, muitas iniciativas de PLM estão focadas apenas em aspectos isolados como, por exemplo, o gerenciamento de documentos e, por fim, há poucas pesquisas e materiais na literatura que discutem as implementações do PLM nas indústrias.

Schuh et al. (2007) propõem um *framework*, que será descrito a seguir, composto por sete elementos que auxiliam as empresas na implementação do PLM.

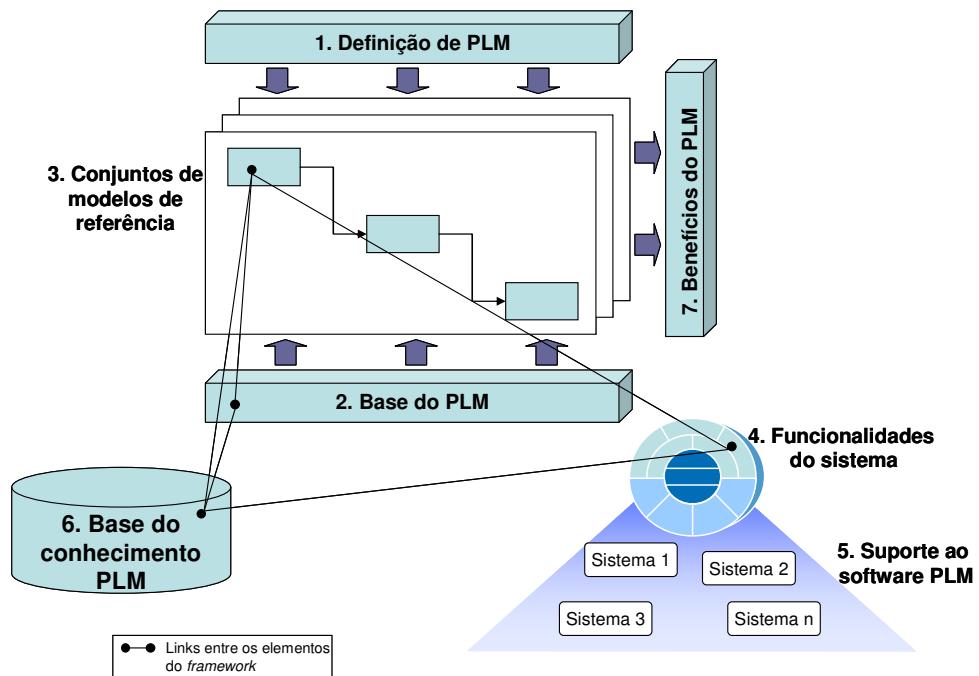


Figura 3. *Framework* para implementação de PLM

Fonte: Schuh et al., 2007, p. 3

1. Definição de PLM: compreende a definição de PLM que, segundo Schuh et al. (2007), é o gerenciamento integrado de todas as informações do produto ao longo do ciclo de vida. Além disso, Schuh et al. (2007) detalham a definição em sete elementos base que são apresentados na figura abaixo:

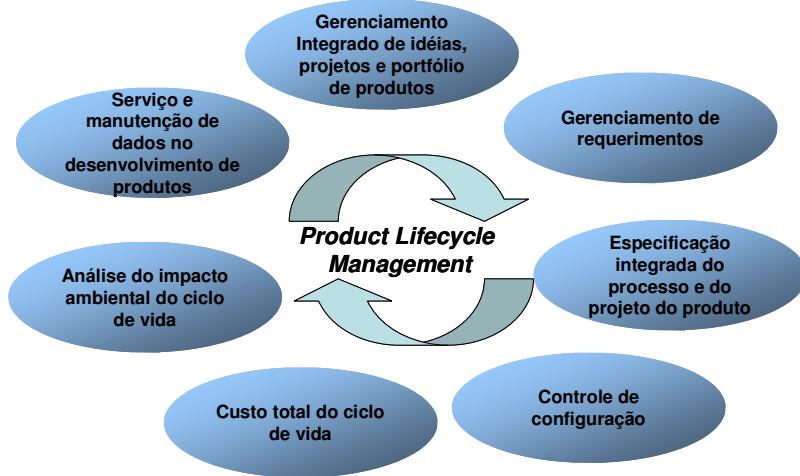


Figura 4. Elementos base da definição de PLM

Fonte: Schuh et al., 2007, p. 3

2. Base do PLM (PLM foundation): a base do PLM ou *PLM foundation* é a estrutura de produto a qual define todos os relacionamentos entre os módulos e componentes do produto, bem como todas as informações e documentos relacionados a eles;
3. Conjunto de modelos de referência: corresponde aos modelos de referência para o processo de gerenciamento do ciclo de vida dos produtos;
4. Funcionalidades do sistema: é o conjunto de funcionalidades dos sistemas PLM proposto por Schuh et al. (2007). Estas funcionalidades são representadas na figura abaixo e detalhadas a seguir:



Figura 5. Funcionalidades dos sistemas PLM

Fonte: Schuh et al, 2007, p. 5

Gestão central de dados:

- Planejamento do produto: compreende as funções para a gestão integrada de portfólio e a gestão dos requisitos do produto.
- Estruturação do produto: é o gerenciamento das listas de material (*bill of material – BOM*).
- Gestão de mudança e configuração: compreende a gerenciamento de mudanças de engenharia e o controle de configuração ao longo do ciclo de vida do produto.

Geração de dados do produto:

- Planejamento da produção: oferece acesso aos dados dos recursos de produção e suporte a geração do plano de processo e layout da fábrica.
- Sourcing: compreende o banco de dados de fornecedores e o catálogo de ítems.
- Gestão da qualidade: compreende a aplicação de métodos da qualidade, a geração de planos de controle e o gerenciamento dos resultados das inspeções de qualidade.
- Serviços e manutenção: elaboração e gerenciamento dos planos de manutenção e rotinas de serviço, bem como a gravação dos resultados dos serviços executados no sistema.
- Gestão do meio ambiente: compreende o gerenciamento de itens perigosos e o controle da reutilização e reciclagem de produtos.

Gestão de processos:

- Gerenciamento de projeto: planejamento e execução de projetos.

- Gerenciamento de documentos: os documentos são guardados em um cofre de dados (data vault) podendo ser relacionados a objetos do sistema e visualizados quando necessário.
 - Gestão de P&D: compreende o controle de projetos, cálculo do custo do produto ao longo do ciclo de vida e a criação de indicadores de desempenho.
 - Colaboração: soluções como o gerenciamento de fluxo de trabalho (worflow), vídeo conferência, banco de dados do conhecimento permitem o trabalho colaborativo com membros do time de projeto localizados em diferentes regiões.
5. Suporte ao software PLM: este elemento do *framework* apresenta o resultado da pesquisa realizada na Alemanha com os fornecedores de soluções PLM. O resultado da pesquisa mostra o percentual das funcionalidades que são mais comumente encontradas nos sistemas comerciais;
6. Base do conhecimento PLM: a base do conhecimento oferece o material necessário para a capacitação das pessoas envolvidas nas atividades do gerenciamento do ciclo de vida dos produtos;
7. Benefícios do PLM: este elemento apresenta os benefícios provenientes da aplicação dos conceitos de PLM para cada modelo de referência proposto pelo *framework*, como por exemplo, redução do *time-to-market*, melhora nas funcionalidades e maior agilidade na customização dos produtos.

Outros benefícios observados pela correta implementação dos conceitos de PLM nas indústrias são destacados por Stark (2006), porém ele ressalta que os benefícios podem ocorrer em diferentes partes da empresa e não naquela que demandou maior esforço para implementá-los.

Além disso, eles podem ocorrer em diferentes períodos de tempo e muitas vezes expressos em diferentes termos de tempo, custo e qualidade. A seguir, apresentam-se alguns benefícios do PLM segundo Stark (2006):

- Desenvolvimento de produto mais veloz;
- Desenvolvimento de produto em uma ambiente de desenvolvimento colaborativo;
- Prevenção de futuras falhas dos produtos através do conhecimento adquirido em falhas passadas;
- Melhor qualidade no suporte dos produtos em uso;
- Aumento de receitas;
- Diminuição de custos;
- Melhor qualidade nos serviços prestados aos clientes;
- Redução do *time-to-market*.

Em suma, o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos é uma estratégia de negócio que engloba muitos componentes, dentre os quais podemos citar: produtos, estrutura organizacional, métodos de trabalho, processos, pessoas e sistemas de informação (Stark, 2006).

Percebe-se, então, uma relação estreita entre os componentes do PLM e o do PDP, portanto, fez-se necessário um estudo abrangendo a definição e os componentes do processo de desenvolvimento de produtos.

2.2 Processo de desenvolvimento de produtos

Segundo Rozenfeld et al. (2006, p.33) o processo de desenvolvimento de produtos “consiste no conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas

e de produto da empresa, se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo e acompanhá-lo após o seu lançamento”.

O PDP envolve muitas atividades que são executadas por diferentes profissionais em diferentes áreas da empresa. Dessa maneira, observa-se a necessidade de se estruturar um processo específico que organize todas as atividades a serem planejadas e executadas de maneira integrada (Rozenfeld et al., 2006).

Além disso, o PDP abrange todo o planejamento e gerenciamento do portfólio de produtos, bem como a especificação de todos os recursos e procedimento de manufatura, ou seja, envolve tanto a gestão estratégica quanto operacional do processo de negócio (Rozenfeld et al., 2006).

Rozenfeld et al. (2006) propõem um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos composto por três macro-fases, que são detalhados a seguir:

- Pré-desenvolvimento: composto pelas fases de Planejamento Estratégico do Produto e Planejamento do Projeto. Deve garantir o direcionamento estratégico da empresa, as idéias dos atores internos e externos envolvidos com os produtos e as oportunidades e restrições gerando um conjunto de projetos bem definidos.
- Desenvolvimento: composto pelas fases de Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para Produção e Lançamento do Produto. Nesta macro-fase o projeto planejado na macro-fase anterior é efetivamente colocado em prática.
- Pós-Desenvolvimento: composto pelas fases de Acompanhar Produto/ Processo e Descontinuar Produto. A atividade principal desta macro-fase é acompanhar e

monitorar os resultados do produto no mercado. Além disso, o pós-desenvolvimento compreende as atividades de retirada do produto do mercado.

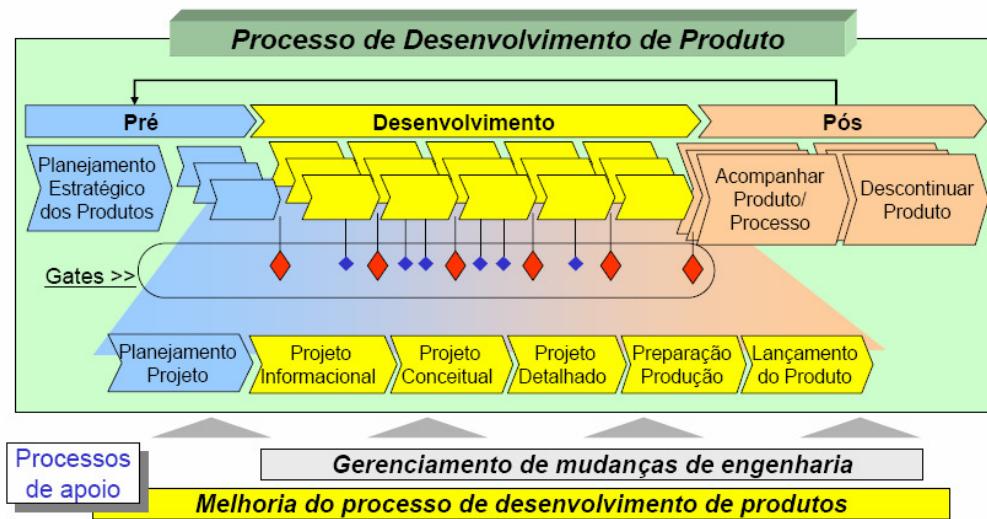


Figura 6. Processo de Desenvolvimento de Produto

Fonte: Rozenfeld et al., 2006, p. 44

A seguir são detalhadas as fases do processo de desenvolvimento de produto proposto por Rozenfeld et al. (2006):

- Planejamento Estratégico de Produtos: tem como objetivo obter o plano contendo o portfólio de produtos da empresa a partir do Planejamento Estratégico da Unidade de Negócios;
- Planejamento do Projeto: esta fase tem início assim que um projeto específico é formalmente iniciado e resulta no Plano de Projeto do Produto, que servirá de guia para a próxima macro-fase do PDP;
- Projeto Informacional: tem como objetivo desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível, chamado especificações-meta do produto. Essas especificações orientam a geração de soluções e fornecem a base na qual

serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão utilizados nas fases posteriores do PDP;

- Projeto Conceitual: as atividades desta fase relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o projeto;
- Projeto Detalhado: tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto para serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento;
- Preparação da Produção do Produto: esta fase engloba a produção do lote piloto, a definição dos processos de produção e manutenção, ou seja, trata de todas as atividades da cadeia de suprimento do ponto de vista interno, objetivando a obtenção do produto;
- Lançamento do Produto: esta fase envolve o desenho dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica, e as campanhas de marketing, ou seja, trata das atividades da cadeia de suprimentos relacionadas à colocação do produto no mercado;
- Acompanhar Produto e Processo: o principal objetivo desta fase é garantir o acompanhamento do desempenho do produto na produção e no mercado, identificando necessidades ou oportunidades de melhorias garantindo que a retirada cause o menor impacto possível ao consumidor, empresa e meio-ambiente;
- Descontinuar Produto: as atividades desta fase relacionam-se com a retirada do produto do mercado. O final desta fase é marcado pela finalização do suporte ao cliente.

Em suma, o PDP envolve atividades, pessoas, técnicas de trabalho, processos e sistemas de informação. Defini-lo e aplicá-lo de maneira correta é uma grande vantagem competitiva para as empresas que buscam se destacar no competitivo mercado no qual estão inseridas atualmente. Dessa maneira, é de suma importância que as empresas apliquem um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos para que todos os envolvidos tenham uma visão comum deste importante processo.

3. Metodologia

3.1 Classificação e justificativa da metodologia adotada

A metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento deste trabalho pode ser classificada como qualitativa do ponto de vista da abordagem do problema, pois, o ambiente de estudo é a fonte direta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave da pesquisa. Além disso, esta abordagem não requer necessariamente a utilização de recursos e técnicas estatísticas para extração de informações e opiniões em números (Silva, 2005).

Esta abordagem é apropriada para a avaliação formativa, ou seja, quando se deseja propor ou melhorar a eficiência de um programa ou plano, por outro lado, ela não é adequada quando o propósito da pesquisa é avaliar os resultados de programas ou planos (Roesch, 2006).

Do ponto de vista dos objetivos do trabalho, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois, segundo Gil (1991 apud SILVA, 2005)¹, a pesquisa exploratória visa determinar a existência, ou não, de determinado fenômeno, além de proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve

¹ GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema em questão, além da análise de exemplos que estimulem a compreensão.

A estratégia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi o estudo de caso, o qual busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto e o pesquisador não possui controle sobre os eventos comportamentais (Yin, 1994).

Roesch (2006) lista três aspectos que caracterizam o estudo de caso como estratégia de pesquisa, são eles:

- Permite o estudo de fenômenos em profundidade dentro de seu contexto, ou seja, diferentemente de outras estratégias de pesquisa, o estudo de caso permite estudar o tema ou assunto da pesquisa em seu ambiente natural.
- Mostra-se especialmente adequado ao estudo de processos. O estudo de caso possui a capacidade de explorar processos sociais à medida que eles se desenrolam nas organizações.
- Explora fenômenos com base em vários ângulos. Possibilita a consideração de um grande número de variáveis, as quais não necessariamente precisariam ser predeterminadas. Além disso, muitas vezes, o estudo de caso baseia-se no uso de diversas fontes de dados coletadas por vários métodos como: entrevista, questionário, observação, etc.

Segundo Yin (1994, p.3), “o estudo de caso permite uma investigação para preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real”.

O mesmo autor destaca que um equívoco comumente encontrado é considerar que as diversas estratégias de pesquisa poderiam ser classificadas hierarquicamente, ou seja, estudos de caso seriam adequados à fase exploratória da pesquisa, levantamentos e pesquisas históricas

adequados à fase descritiva e experimentos adequados apenas como os meios de se realizar investigações causais ou testar proposições. O autor contrapõe a visão hierárquica, destacando que qualquer estratégia de pesquisa pode utilizar qualquer um dos três propósitos: exploratório, descritivo e explanatório.

O que distingue as estratégias de pesquisas não são os propósitos exploratório, descritivo ou explanatório, e sim as três condições ou situações relevantes propostas por Yin (1994):

- o tipo de questão da pesquisa;
- o controle que o pesquisador possui sobre eventos comportamentais efetivos;
- o foco em fenômenos contemporâneos em oposição aos fenômenos históricos.

A relação entre as três condições e as cinco maiores estratégias de pesquisas são apresentadas na Tabela 1.

Estratégia	Forma da questão da pesquisa	Exige controle sobre eventos comportamentais?	Foco em acontecimentos contemporâneos?
Experimento	Como, por que	Sim	Sim
Levantamento (<i>survey</i>)	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim, não
Pesquisa histórica	Como, por que	Não	Não
Estudo de caso	Como, por que	Não	Sim

Tabela 1: Situações relevantes para as diferentes estratégias de pesquisa
Fonte: Yin, 1994, p.6

A primeira condição para diferenciar as diversas estratégias de pesquisa é identificar o tipo da questão de pesquisa utilizada. Podemos notar pela tabela 1 que para experimentos, pesquisas históricas e estudos de caso as questões que prevalecem são as do tipo “como” e “por que”. Os experimentos exigem controle do pesquisador sobre os eventos comportamentais, o que

não se verifica para a pesquisa histórica e estudo de caso, e, também, não é verificado no trabalho de pesquisa realizado. A última condição está relacionada a acontecimentos contemporâneos e é onde difere o estudo de caso e a pesquisa histórica e, outra vez, justifica-se a utilização do estudo de caso para este trabalho.

3.2 Definição da unidade de análise

Dentre os componentes do projeto de pesquisa de estudos de caso proposto por Yin (1994), a unidade de análise é o componente que está relacionado com problema fundamental que define qual será o caso a ser estudado.

Pela definição acima e considerando o objetivo desta pesquisa, a unidade de análise deste trabalho pode ser definida como sendo o sistema PLM atualmente empregado pela empresa estudada. Desta forma, pretende-se analisar o grau de aplicação e o nível de entendimento do conceito PLM na empresa.

3.3 Processo de coleta de dados

Um passo que antecede a coleta efetiva de dados é a preparação para a coleta de dados. Nesta etapa, Yin (1994) sugere um estudo das habilidades prévias do pesquisador, o desenvolvimento de protocolos de estudo de caso e a realização de um estudo de caso piloto.

O passo posterior é a coleta das evidências, ou seja, realizar a coleta de dados. As evidências para o estudo de caso, segundo Yin (1994) pode vir de seis fontes:

- Documentação;
- Registros em arquivos;
- Entrevistas;
- Observações diretas;

- Observação participante;
- Artefatos físicos.

Para obter um trabalho de alta qualidade deve-se atentar para as vantagens e desvantagens de cada uma das fontes de evidências de modo a minimizar as desvantagens e explorar os pontos fortes de cada uma. Além disso, Yin (1994) sugere três princípios fundamentais para um trabalho de alta qualidade, são eles:

- Uso de mais de uma fonte de evidência;
- Criação de uma base de dados para o estudo de caso;
- Encadeamento das evidências.

A utilização de mais de uma fonte de evidência é importante para que se possa realizar a triangulação dos dados, ou seja, o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação. Isto significa analisar como as diferentes fontes de evidência corroboram um mesmo fato.

O segundo princípio, criação de uma base de dados para o estudo de caso, refere-se à disponibilização de um banco de dados independente da interpretação do pesquisador original para outros pesquisadores e interessados. No entanto, em alguns estudos de caso conduzidos em organizações, esta prática não é possível devido a questões de confidencialidade.

Por fim, o encadeamento das evidências, significa construir uma seqüência lógica que liga as questões iniciais às conclusões, explicitando as evidências relevantes que contribuem para essa ligação.

As evidências utilizadas neste trabalho foram a observação direta e a entrevista. A observação direta foi realizada por meio de uma visita à planta da empresa onde foi efetuada a entrevista do trabalho, a observação dos processos de produção e os sistemas que compõem o PLM da empresa.

Para a entrevista foi desenvolvido um roteiro que se encontra no anexo A. Este roteiro serviria de guia para a condução da entrevista, porém, optou-se em enviá-lo previamente à empresa para que questões que demandassem mais tempo ou precisassem de consultas prévias a outras pessoas ou documentos da organização pudessem ser respondidos antecipadamente. Dessa maneira, apenas os pontos considerados críticos foram discutidos durante a entrevista, além da revisão completa de todas as questões respondidas antecipadamente.

3.4 Processo de análise de dados

Yin (1994) sugere duas estratégias gerais que podem ser utilizadas para a análise dos dados. A primeira é baseada nas proposições teóricas e a segunda organiza a pesquisa por meio de uma estrutura descritiva.

A estratégia baseada em proposições teóricas ajuda a focar a atenção em certos dados, a organizar todo o estudo de caso e a definir quais explicações serão examinadas (Yin, 1994).

A segunda estratégia visa desenvolver uma estrutura descritiva para organizar o conteúdo do estudo de caso e por sua natureza descritiva pode ser usada para identificar eventos que podem ser quantificados (Yin, 1994). O mesmo autor sugere, ainda, o emprego de quatro técnicas de análise, especialmente quando o estudo de caso for explanatório, são elas: adequação ao padrão, construção da explanação, análise de séries temporais e modelos lógicos de programa.

Para a análise de dados deste trabalho foi utilizada a segunda estratégia, dessa maneira, pôde-se organizar o conteúdo das evidências utilizadas na pesquisa e desenvolver uma estrutura descritiva que melhor apresenta os resultados obtidos.

4. Análise

Esta seção apresenta os principais resultados do estudo de caso. Conforme descrito no item três deste trabalho, a metodologia utilizada para a análise dos resultados será a descritiva, dessa maneira optou-se em subdividir este item em quatro subitens que seguem a estrutura utilizada no agrupamento das questões do roteiro de entrevista. É importante ressaltar que foi realizada uma única visita à empresa com duração de três horas. Na visita pôde-se discutir todas as questões do roteiro de entrevista, o qual foi previamente respondido, e conhecer todos os processos de produção da planta, além da apresentação das principais atividades realizadas pela pessoa entrevistada.

4.1 Caracterização da empresa

O estudo foi desenvolvido em uma empresa nacional de grande porte produtora de bens de capital sob encomenda. Os principais produtos desenvolvidos e fabricados pela empresa são equipamentos mecânicos para operação nas áreas de energia, mineração, metalurgia, petróleo e gás e movimentação e elevação de cargas.

A empresa possui, atualmente, duas plantas que trabalham de forma integrada no desenvolvimento de produto. Dessa forma, algumas partes dos produtos podem percorrer as plantas existentes e o produto é finalizado, ou seja, montado na planta do cliente.

4.2 Entendimento sobre o conceito PLM

Este subitem relaciona-se com o segundo grupo de questões do roteiro de entrevista que tem por objetivo identificar o entendimento da empresa sobre os conceitos de PLM.

A primeira questão aborda o entendimento e a realização das fases do processo de desenvolvimento de produtos, segundo Rozenfeld et al. (2006). A segunda e última questão busca identificar se a empresa conhece a diferença entre abordagem e sistemas PLM. Como resultado deste grupo de questões pode-se afirmar que empresa conhece e realiza todas as fases do processo de desenvolvimento de produto segundo Rozenfeld et al. (2006), as quais são apresentadas na revisão da literatura deste trabalho e também no roteiro de entrevista como um anexo que possui uma pequena descrição de cada fase. Quanto à diferença entre abordagem e sistemas PLM o entrevistado conhecia a diferença, no entanto, destaca que possivelmente a maioria das pessoas envolvidas no desenvolvimento de produtos da empresa não conheça a diferença, pois, segundo ele, “é comum os profissionais trabalharem de acordo com determinadas abordagens e utilizarem vários sistemas sem que as definições conceituais sobre cada elemento dessas abordagens e sistemas estejam claras”.

4.3 Sistema PLM empregado

No roteiro de entrevista foram listadas as funcionalidades dos sistemas PLM propostas por Schuh et al. (2007) e que são descritas na revisão bibliográfica deste trabalho. Para cada funcionalidade foi solicitado que o entrevistado indicasse qual sistema contemplava a funcionalidade listada. Dessa maneira pudemos identificar quais sistemas compõe o PLM da empresa. A relação das funcionalidades com os respectivos sistemas é apresentada na tabela 2 e a integração entre os sistemas da empresa é apresentado na figura 7.

Funcionalidade PLM	Sistema utilizado no PDP
Planejamento do produto	PDM
Estruturação do produto	PDM

Gestão de mudanças de engenharia e configuração	PDM
Planejamento da produção	PDM + ERP (MRPII)
<i>Sourcing</i>	PDM + ERP
Gestão da qualidade	PDM + ERP
Serviços e manutenção	ERP
Gestão do meio ambiente	Editores + Planilhas + PDM
Gestão de projetos	CAE / CAD / GANTT / PDM + ERP
Gestão de documentos	CAE / CAD / GANTT / PDM + ERP
Gestão de P&D	CAE / CAD
Colaboração	CAD + PDM + ERP

Tabela 2: Funcionalidades PLM x Sistemas utilizados

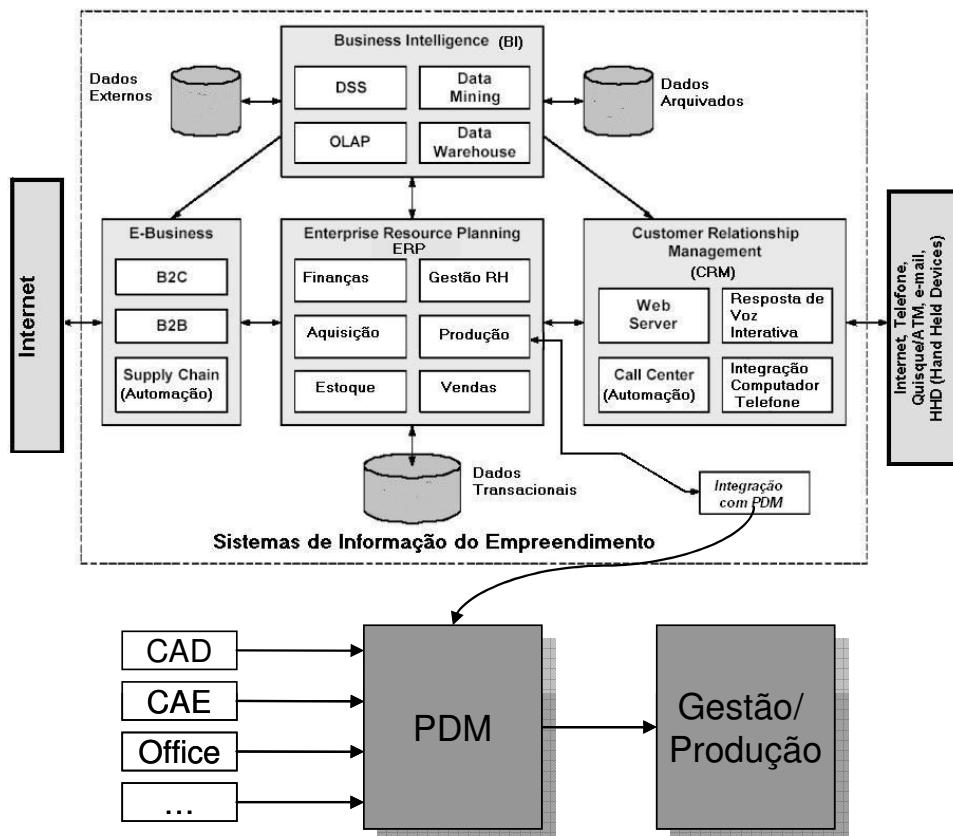


Figura 7: Arquitetura de integração entre os sistemas

4.4 Experiências e estratégias de PLM

Este tópico apresenta os motivadores, benefícios, dificuldades e as estratégias em relação ao PLM da empresa estudada.

Por se tratar de uma empresa que produz produtos específicos para cada projeto, a estratégia de manufatura da empresa é classificada como *engineer-to-order* ou engenharia sob encomenda. Por conta desta especificidade, a gestão do ciclo de vida foi adotada desde os primórdios da empresa. Os motivadores iniciais buscavam melhorar o controle das configurações e a gestão de documentos dos produtos. A introdução de sistemas informatizados para apoio a gestão do ciclo de vida iniciou-se há cerca de 30 anos com desenvolvimentos internos, porém, recentemente, a empresa passou a contar com sistemas mais atualizados, baseados em modelos relacionais e banco de dados mais modernos, o que, segundo o entrevistado, tem aumentado a eficácia na gestão do ciclo de vida dos produtos.

O principal benefício citado na entrevista foi a redução da quantidade de componente dos produtos, pois, segundo o entrevistado, há um melhor aproveitamento de soluções já realizadas, o que muitas vezes implica na redução de componentes por aprimoramento incremental, ou na reutilização de componentes, sem a necessidade de criação de novos códigos para estoque.

Com relação às dificuldades de implementação do PLM na empresa, pode-se citar:

- Usuários: falta de aceitação e necessidade de treinamento do sistema;
- Uso no dia-a-dia: inconsistência e ausência de funcionalidades do sistema;
- Financeira: implantação e treinamentos que requerem altos investimentos;
- Informação: dificuldade de transferência das informações entre sistemas integrados.

Dentre as estratégias futuras da empresa para a gestão do ciclo de vida destacam-se a criação de funcionalidades de controle de documentos trocados entre empresa, clientes, obras e fornecedores. O aprimoramento dos mecanismos de planejamento da atividade de engenharia de produtos e dos cenários de programação do MRP II, considerando a engenharia de produtos. E, por fim, a implantação de ferramentas de “*Business Intelligence*” para melhorar a análise crítica da grande quantidade de informações geradas e armazenadas.

5. Conclusões

A empresa estudada conhece e executa todas as fases do processo de desenvolvimento de produtos, porém o conhecimento do conceito de PLM está restrito a poucas pessoas. Uma outra constatação é que a empresa não possui um sistema PLM comercial que abranja grande parte das funcionalidades dos sistemas, mas sim um conjunto de soluções que trabalham integradas e compõe o PLM da empresa. O fato de trabalharem com engenharia sob encomenda desde os primórdios da empresa, pode justificar o conhecimento das fases do PDP, pois, cada projeto desenvolvido é diferente e é necessária a participação de todas as áreas da empresa, principalmente, no pré-desenvolvimento dos produtos.

No entanto, pela limitação de tempo do pesquisador, não se pode fazer um estudo mais profundo da situação atual do PLM da empresa, pois, não foi possível acompanhar a utilização e a integração das soluções que compõe o PLM da empresa estudada. Dessa forma, foram consideradas apenas as informações apresentadas pelo entrevistado para o levantamento da situação atual do sistema PLM empregado.

6. Anexos

A. Roteiro de Entrevista

Projeto IFM - WP01/SP04

Roteiro de Entrevista

Grupo 1 – Caracterização da empresa

1. Quais as unidades da empresa no Brasil e no mundo? Onde se situa a matriz?

2. Quantos funcionários a empresa toda possui? E a planta?

Toda	até 19	de 20 à 99	de 100 à 499	acima de 500
Planta	até 19	de 20 à 99	de 100 à 499	acima de 500

3. Qual o faturamento anual da empresa? E da planta (em milhões de reais)?

Toda	até R\$ 1,2	até R\$ 10,5	até R\$ 60	acima de R\$ 60
Planta	até R\$ 1,2	até R\$ 10,5	até R\$ 60	acima de R\$ 60

4. Quais os principais produtos desenvolvidos pela empresa? E pela planta?

5. A planta realiza desenvolvimento de produtos? Se sim, que tipo de projetos de desenvolvimento de produtos? Quando existir mais de um tipo, qual porcentagem realizada de cada?

Por meio do anexo 1, apresentar a definição dos diferentes tipos de projetos de desenvolvimento de produto.

Não possui	Radical	Plataforma	Incremental	Follow-source	Pesquisa avançada
Porcentagem					

Grupo 2 – Identificar o entendimento da empresa sobre PLM

Por meio do anexo 2, apresentar o conceito de processo de desenvolvimento de produtos (PDP) e as fases deste processo segundo Rozenfeld et al. (2006). Apresentar as características das macro-fases e fases propostas pelo modelo de referência do PDP citado, elucidando a relação com o PDP da empresa avaliada.

6. Quais fases a empresa realiza em seu PDP, seguindo o conceito de Rozenfeld et. al. (2006)?

Plan. Estratégico Produtos	Planejamento Projeto	Projeto Informacional	Projeto Conceitual	Projeto Detalhado
Preparação Produção	Lançamento Produto	Acompanhamento Produto	Descontinuar Produto	

Por meio do anexo 3, apresentar a definição de PLM e a diferença entre abordagem e sistema PLM. Mostrar a principais funcionalidades de PLM.

7. A partir da definição de PLM apresentada, a empresa conhecia a diferença entre abordagem e sistemas PLM?

Grupo 3 – Identificar sistema PLM

8. Quais os softwares (módulo PLM, stand alone) utilizados no PDP para as funcionalidades PLM apresentadas?

Funcionalidade PLM	Software utilizado no PDP	No.
Planejamento do produto		
Estruturação do produto		
Gestão de mudanças de engenharia e de configurações		
Planejamento da produção		
Sourcing		
Gestão da qualidade		
Serviços e manutenção		
Gestão do meio ambiente		
Gestão de projetos		
Gestão de documentos		
Gestão de P&D		
Colaboração		

9. Qual a arquitetura (diagrama) de integração entre os softwares (ou módulos PLM) listados na questão 8, incluindo possíveis integrações com sistemas ERP, SCM, CRM e KM (Knowledge Management)?
(Criar diagrama no anexo 5, usando numeração dos softwares adotada na questão 8)

Grupo 4 – Identificar experiências e estratégia PLM

10. O que motivou a iniciativa de gestão do ciclo de vida (PLM) de produtos e quando ela iniciou?
(Exemplos de respostas - Anexo 4)

11. Quais foram os benefícios obtidos com a implantação do PLM? (Exemplos de respostas - Anexo 4)

12. Quais foram as dificuldades de implantação do PLM? (Exemplos de respostas - Anexo 4)

13. Existem próximos passos planejados com relação ao PLM da empresa? Se sim, quais?

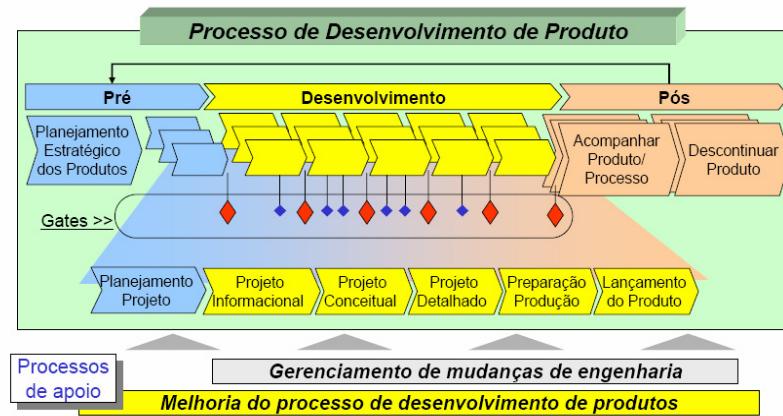
Anexo 1 – Tipos de projetos de desenvolvimento de produto

Projeto de desenvolvimento de produto pode ser classificado por diversos critérios, sendo que a classificação mais comum é baseada no grau de mudanças que o projeto apresenta em relação aos projetos anteriores. (Rozenfeld et al., 2006 – p.8)

Tipos de projetos de desenvolvimento de produtos:

- Radical: envolve significativas modificações no projeto do produto ou processo existente, podendo criar uma nova categoria ou família de produtos para a empresa. Incorpora novas tecnologias, materiais e processos de manufatura.
- Plataforma: envolve significativas modificações no projeto do produto ou processo existente, porém sem a introdução de novas tecnologias ou materiais.
- Incremental: projetos que criam produtos e processos que são derivados, ou com pequenas modificações em relação aos projetos já existentes.
- Follow-source: projetos provenientes da matriz ou de outras unidades e que não requerem alterações significativas da unidade local, que irá adequar o projeto e produzir o produto.
- Pesquisa avançada: projetos com o objetivo de criar conhecimentos para projetos futuros.

Anexo 2 – Processo de desenvolvimento de produtos, segundo Rozenfeld et al. (2006)



Pré-desenvolvimento: garante que as estratégias da empresa sejam seguidas no momento da definição do portfólio de produtos, além de incluir a atividade na qual ocorre o planejamento dos projetos escolhidos no portfólio.

- Planejamento Estratégico de Produtos: fornece o plano contendo o portfólio de projetos de produtos da empresa;
- Planejamento do Projeto: planejamento detalhado dos projetos do portfólio escolhidos para desenvolvimento.

Desenvolvimento: projeto do produto, iniciando na declaração de escopo e no planejamento, vindos da macro-fase anterior, e terminando com o lançamento do produto no mercado.

- Projeto Informacional: desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível, chamado especificações-meta do produto.
- Projeto Conceitual: busca, criação, representação e seleção de soluções para o projeto do produto.
- Projeto Detalhado: finalizar as especificações do produto para serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento.
- Preparação da Produção do Produto: engloba a produção do lote piloto, a definição dos processos de produção e manutenção.
- Lançamento do Produto: envolve o desenho dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica, e as campanhas de marketing.

Pós-desenvolvimento: responde pelo acompanhamento do produto após seu lançamento, até a sua retirada do mercado, avaliando todo o seu ciclo de vida e coletando informações para referência nos próximos desenvolvimentos.

- Acompanhar Produto e Processo: garante o acompanhamento do desempenho do produto na produção e no mercado, identificando necessidades ou oportunidades de melhorias e garantindo que a retirada cause o menor impacto possível ao consumidor, empresa e meio-ambiente;
- Descontinuar Produto: retirada do produto do mercado.

Anexo 3 – Product Lifecycle Management (PLM)

Definição PLM: Segundo CIMdata (2003), PLM é “uma estratégia de negócio que utiliza um consistente conjunto de soluções de negócio para suportar a criação colaborativa, gerenciamento, disseminação e uso das informações da definição do produto ao longo da empresa e seus parceiros desde o conceito inicial até o fim da vida – integrando pessoas, processos, sistemas de negócio e informações”.

Abordagem PLM: abordagem de negócio que visa melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos por meio da integração dos componentes (pessoas, sistemas e organizações) internos e externos de forma colaborativa, durante todo o ciclo de vida do produto, gerenciando os dados relacionados ao produto e projeto.

Sistemas PLM: Solução composta por um conjunto de aplicações de software e hardware integradas que apóiam a aplicação da abordagem PLM.

Funcionalidades dos Sistemas PLM



Gestão central de dados:

- Planejamento do produto: compreende as funções para a gestão integrada de portfólio e a gestão dos requisitos do produto.
- Estruturação do produto: gerenciamento das listas de material (*Bill Of Material – BOM*)
- Gestão de mudança e configuração: compreende a gerenciamento de mudanças de engenharia e o controle de configuração ao longo do ciclo de vida do produto.

Geração de dados do produto:

- Planejamento da produção: oferece acesso aos dados dos recursos de produção e suporte a geração do plano de processo e *layout* da fábrica.
- Sourcing: compreende o banco de dados de fornecedores e o catálogo de ítems.
- Gestão da qualidade: compreende a aplicação de métodos da qualidade, a geração de planos de controle e o gerenciamento dos resultados das inspeções de qualidade.
- Serviços e manutenção: elaboração e gerenciamento dos planos de manutenção e rotinas de serviço, bem como a gravação dos resultados dos serviços executados no sistema.
- Gestão do meio ambiente: compreende o gerenciamento de itens perigosos e o controle da reutilização e reciclagem de produtos.

Gestão de processos:

- Gerenciamento de projeto: planejamento e execução de projetos.
- Gerenciamento de documentos: os documentos são guardados em um cofre de dados (*data vault*) podendo ser relacionados a objetos do sistema e visualizados quando necessário.
- Gestão de P&D: compreende o controle de projetos, cálculo do custo do produto ao longo do ciclo de vida e a criação de indicadores de desempenho.
- Colaboração: soluções como o gerenciamento de fluxo de trabalho (*Workflow*), vídeo conferência e banco de dados de conhecimento permitem o trabalho colaborativo com membros do time de projeto localizados em diferentes regiões.

Anexo 4 – Exemplos de respostas

A. Exemplos questão 10

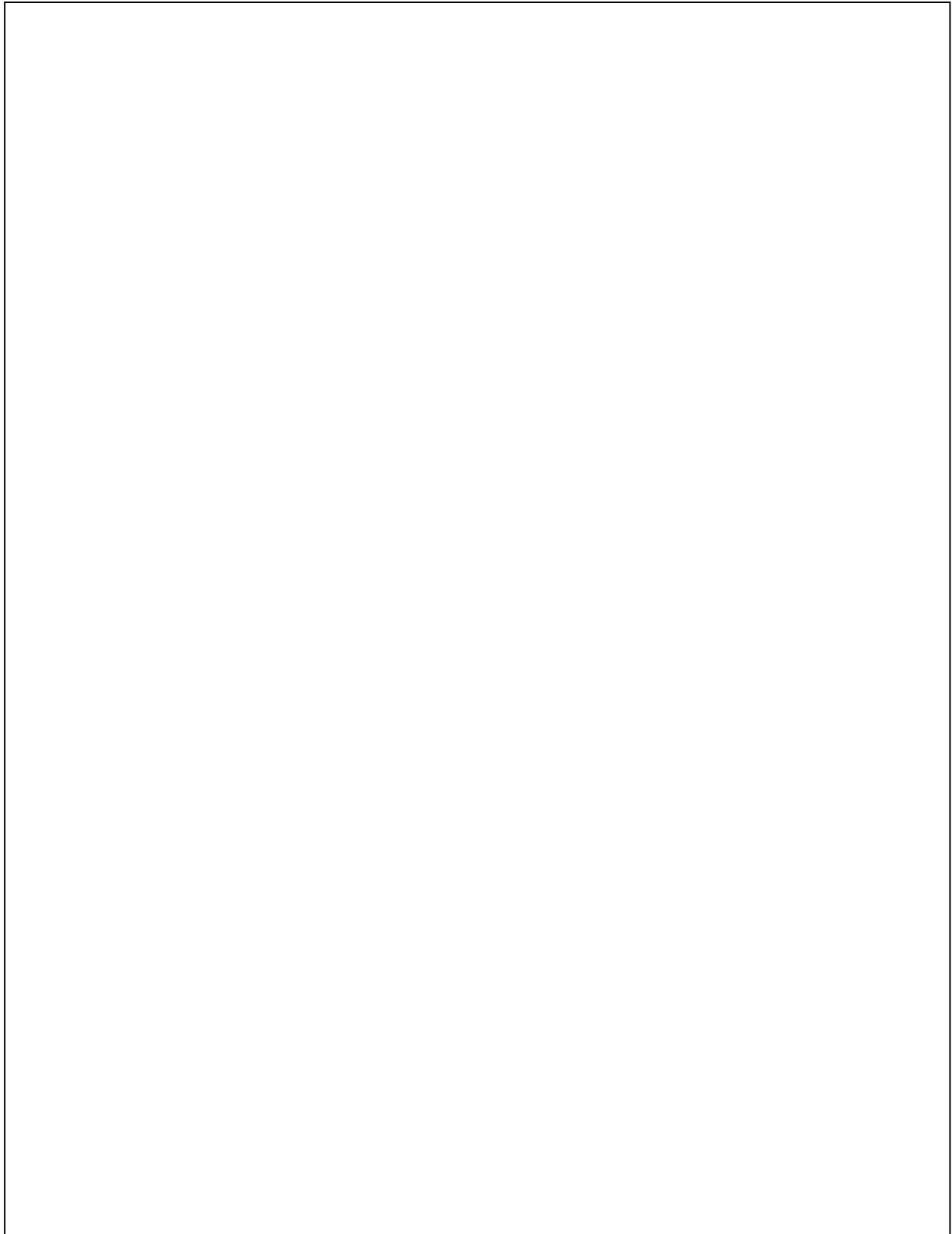
- Diminuição do time to market
- Melhorar controle das configurações de produtos
- Melhorar a gestão de documentos dos produtos
- Acompanhar a concorrência
- Integração de locais separados

B. Exemplos questão 11

- Diminuição do time to market (%)
- Melhora no desempenho dos produtos (%)
- Redução da quantidade de componentes dos produtos (%)
- Redução de alterações no projeto (%)
- Redução das falhas na produção (%)

C. Exemplos questão 12

- Sistema (escolha inadequada do sistema)
- Usuários (treinamento do sistema, falta da aceitação)
- Time de projeto (time de implantação inconsistente)
- Processo (falta de integração com os processos da empresa)
- Estrutura Organizacional (diferentes departamentos com diferentes necessidades)
- Financeira (implantação, treinamento)
- Informação (transferência das informações no sistema)
- Instalação (problemas técnicos)
- Uso no dia-a-dia (inconsistência do sistema, ausência de funcionalidades)

Anexo 5 – Diagrama das integrações dos softwares usados no PDP

7. Bibliografia

- CIMDATA, **Product Lifecycle Management**: empowering the future of business. 2002. Artigo digital. Disponível em: <http://www.cimdata.com/publications/PLM_Definition_0210.pdf>. Acesso em: 6 maio 2007.
- _____. **PDM to PLM**: growth of an industry. 2003. Artigo digital. Disponível em: <http://cimdata.com/php/download_reports.php>. Acesso em: 21 maio 2007.
- GARETTI, M. et al. **Organisational change and knowledge management in PLM implementation**. Int. J. Product Lifecycle Management, Vol. 1, No. 1, 2005.
- ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 308 p.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.
- SCHUH, G. et al. **Process oriented framework to support PLM implementation**. Computers in Industry (2007), doi:10.1016/j.compind.2007.06.015
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.
- STARK, J. **Product Lifecycle Management**: 21st century paradigm for product realisation. London: Springer, 2006. 441 p.
- YIN, R. K. **Case study research**: design and methods. 2. ed. Thousand Oaks: Sage, 1994. 171p.