

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

José Henrique de Andrade

**PROPOSTAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO ENTRE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO EM AMBIENTE ETO**

São Carlos/SP
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TESE DE DOUTORADO

**PROPOSTAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO ENTRE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO EM AMBIENTE ETO**

José Henrique de Andrade

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Flávio César Faria Fernandes

São Carlos/SP

2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

A553pm

Andrade, José Henrique de.

Propostas para melhoria da integração entre desenvolvimento de produto e planejamento e controle da produção em ambiente ETO / José Henrique de Andrade. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

151 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Planejamento da produção. 2. Desenvolvimento de produtos. 3. Integração. 4. Produção sob encomenda. I. Título.

CDD: 658.5 (20^a)

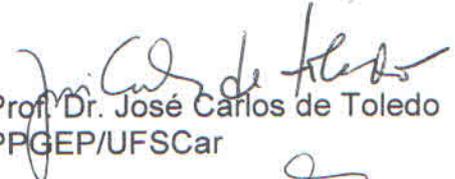


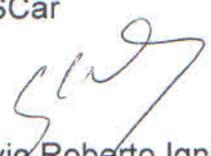
FOLHA DE APROVAÇÃO

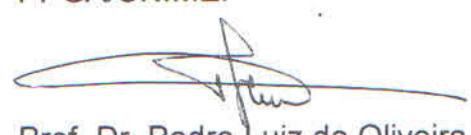
Aluno(a): José Henrique de Andrade

TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 20/09/2013 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

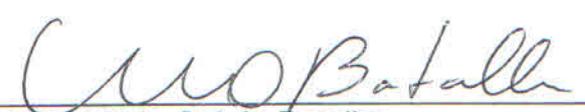

Prof. Dr. Flávio César Faria Fernandes
Orientador(a) PPGE/UFSCar


Prof. Dr. José Carlos de Toledo
PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Sílvio Roberto Ignácio Pires
PPGA/UNIMEP


Prof. Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto
PGPEP/UNIP


Prof. Dr. Paulo Rogério Politano
DC/PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGE

DEDICATÓRIA

A minha família e em especial ao
meu filho Miguel e à Daiane.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus, fonte de fé, força e sabedoria para vencer os desafios postos em meu caminho.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos, os quais contribuíram de forma fundamental na minha formação como pessoa. À Daiane pelo esforço para compreender meus momentos de presença ausente e em especial ao Miguel, grata surpresa que a cada dia tem me ensinado como a felicidade reside em coisas simples.

Em especial quero agradecer meu irmão João, pelo companheirismo, confiança e investimento em mim depositados, desde os livros que me deu para a leitura ainda na infância até a infraestrutura propiciada para realização de meus estudos de graduação.

Ao Professor Dr. Flávio Fernandes pela excelente orientação, amizade desenvolvida e pelo exemplo de dedicação e amor por aquilo que faz.

Aos professores Daniel Capaldo Amaral, Josadak Marçola e Sergio Luis da Silva pelas contribuições apresentadas no exame de pré-qualificação.

Aos Professores José Carlos de Toledo, Pedro Luiz Costa Neto, Sílvio Pires e Paulo Politano pelas contribuições e observações apresentadas no exame de qualificação e de defesa.

Aos companheiros de trabalho e de vida acadêmica, aos funcionários e professores da EESC-USP e UFSCar pelo apoio e conhecimentos transmitidos; sem vocês os resultados não seriam os mesmos.

À UFSCar pela infraestrutura e bolsa CAPES disponibilizada nos cinco meses iniciais do doutorado e à FAPESP pelos sete meses de bolsa concedida (interrompida devido ao início de atividades docentes).

Às empresas A, B e C, das quais não posso revelar os nomes devido ao compromisso de confidencialidade, porém agradeço em especial aos seus funcionários que foram muito prestativos e atenciosos nas visitas para realização do trabalho de campo.

Peço desculpa a todos que por falta de espaço não pude agradecer de maneira formal, mas que sem dúvida estarão sempre guardados em meu coração.

A todos, meus profundos e sinceros agradecimentos, não tenham dúvida que vocês fizeram parte de uma etapa muito importante e especial da minha vida.

EPÍGRAFE

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante”.

Augusto Branco

ANDRADE, J. H. *Propostas para melhoria da integração entre Desenvolvimento de Produto e Planejamento e Controle da Produção em ambiente ETO*. Tese de Doutorado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2013.

RESUMO

O objetivo geral desta tese é apresentar propostas para melhorar a integração entre Desenvolvimento de Produto (DP) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) em sistemas de produção que atuam em ambiente *Engineering-to-Order* (ETO). Como objetivos específicos, tem-se: construir um referencial teórico que permita identificar os conceitos e ferramentas de gestão aplicáveis ao processo de negócio estudado de modo a explorar as oportunidades de integração; mapear o cenário estudado a fim de entendê-lo de forma abrangente no que se refere às interações entre DP e PCP; identificar as ferramentas de tecnologia de informação utilizadas nas empresas estudadas, assim como formas de potencializar sua utilização; avaliar as propostas apresentadas com auxílio de profissionais que atuam no DP e PCP das empresas. A integração é fundamental para o desempenho das operações de um Sistema de Produção, objetivando a redução do tempo e custos para colocação de produtos no mercado e aumento da qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Para atingir o objetivo proposto, foram realizadas uma revisão bibliográfica sobre os temas de interesse e estudos de casos para subsidiar a elaboração das propostas para melhoria da integração entre DP e PCP. Os estudos de casos foram realizados em empresas metal-mecânicas de grande porte que desenvolvem e fabricam bens de capital sob encomenda, localizadas no estado de São Paulo. Dentre as propostas são apresentados modelos que buscam descrever, representar e prescrever aspectos que possam contribuir para a melhoria da integração entre DP e PCP, assim como um conjunto de passos a serem seguidos para consecução do processo de melhoria da integração interfuncional. Espera-se que os resultados obtidos contribuam para um melhor entendimento dos fatores que possibilitam melhorar a integração entre DP e PCP nesse tipo de empresa, assim como gerar conhecimentos às linhas de pesquisa relacionadas ao tema e contribuir para a gestão das empresas estudadas.

Palavras-chave: Integração; Sistemas de Produção; *Engineering-to-order*; Bens de Capital

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to present proposals to improve the integration between Product Development (PD) and Production Planning and Control (PPC) in production systems that operate in Engineering-to-Order (ETO) environment. The specific objectives are: to develop a theoretical framework which identifies concepts and management tools applicable in business process studied that helps to explore integration opportunities; to map the studied scenario in order to understand it comprehensively in what it refers to interactions between PD and PPC; to identify the information technology tools used on studied companies, as well as ways to maximize their usage and to evaluate the proposals with the assistance of professionals who work at PD and PPC on the studied companies. The integration is critical for the production system operations performance, looking to reduce the time and costs for product placement in the market and to increase the quality of the products and services offered. To reach that goal, a literature review on the interest topics and case studies was performed to support the development of the proposals to improve the integration between PD and PPC. The case studies were carried out in large metal-mechanical companies that develop and manufacture capital goods on demand, located in the state of São Paulo. Among the proposals, models which attempt to describe, prescribe and represent aspects that can contribute to improving the integration between PD and PPC are presented, as well as a set of steps to be followed to achieve the process of improving the functional integration. It is expected that the results will contribute to a better understanding of the factors that enable a better integration between PD and PPC in this type of company as well as creating knowledge to the researched theories lines related to the topic and contribute to the management of the studied companies.

Keywords: Integration, Production Systems, Engineering-to-order, Capital Goods

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Paradigmas de gestão da manufatura e objetivos estratégicos da produção	9
Figura 2 – Classificação dos Sistemas de Produção com base na variedade de entradas/saída	12
Figura 3 – Modelo para melhoria contínua	17
Figura 4 – Ciclo de processamento da informação em um sistema típico de manufatura	19
Figura 5 – Visão geral do modelo de referência para gestão do PDP	31
Figura 6 – Representação do processo sequencial de DP	33
Figura 7 – Modelo geral de administração da produção	35
Figura 8 – Interfaces do PCP com algumas áreas funcionais.....	39
Figura 9 – Tipos de integração	45
Figura 10 – Representação esquemática da interação entre as fases da pesquisa	66
Figura 11 – Etapas e aspectos a serem investigados nos estudos de casos	67
Figura 12 – Etapas a serem desenvolvidas na avaliação das propostas.....	67
Figura 13 – Evolução do faturamento da empresa A	70
Figura 14 – Evolução do faturamento da empresa B	71
Figura 15 – Evolução do faturamento da empresa C	72
Figura 16 – Análise da configuração dos sistemas de produção estudados	76
Figura 17 – Principais áreas e atividades do processo ‘atender pedido’	77
Figura 18 – Organograma da Engenharia do Produto da empresa B	84
Figura 19 – Organograma da Engenharia do Produto da empresa C	88
Figura 20 – Organograma da área de Planejamento vinculada ao CDE	93
Figura 21 – Organograma do Planejamento Central e Controle de Produção na empresa B...	93
Figura 22 – Organograma da área de PCP da empresa C.....	97
Figura 23 – Interface principal entre DP e PCP nas empresas estudadas.....	105
Figura 24 – Elementos-chave para a promoção da integração	106
Figura 25 – Fatores que originam a falta de integração no contexto organizacional	107
Figura 26 – Matriz de oportunidades e formas de integração DP-PCP.....	108
Figura 27 – Diferentes visões do produto entre DP e PCP.....	113
Figura 28 – Interligação dos processos e superação de barreiras entre DP e PCP	119
Figura 29 – Ações recomendadas no ciclo de atendimento de encomendas para melhoria da integração.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos elementos organizacionais relacionados à produção	8
Quadro 2 – Grupos e variáveis do sistema multidimensional de classificação	14
Quadro 3 – As variáveis e a escolha de um sistema de PCP	15
Quadro 4 – Classificação da indústria de bens de capital segundo a relação fornecedor-usuário	23
Quadro 5 – Atividades do PCP	37
Quadro 6 – Dados, interfaces e atividades do PCP	39
Quadro 7 – Tipos de integração.....	45
Quadro 8 – Contribuições que a tecnologia pode oferecer nos processos empresariais	51
Quadro 9 – Caracterização do método de pesquisa.....	54
Quadro 10 – Classificação multidimensional de modelos predominantes na área de Engenharia de Produção	64
Quadro 11 – Critérios adotados para seleção das empresas objeto de estudo	69
Quadro 12 – Problemas típicos observados no processo ‘Atender Pedidos’ na empresa A	80
Quadro 13 – Classificação dos objetivos de desempenho para o DP na empresa B	85
Quadro 14 – Classificação dos objetivos de desempenho para o DP na empresa C	89
Quadro 15 – Classificação dos objetivos de desempenho para o PCP na empresa B	94
Quadro 16 – Classificação dos objetivos de desempenho para o PCP na empresa C	98
Quadro 17 – Boas práticas observadas para integração entre DP e PCP nas empresas B e C	100
Quadro 18 – Faixas de referência para classificação de fornecedores	110
Quadro 19 – Proposta de classificação da integração DP-PCP	111
Quadro 20 – Valores e critérios para variáveis no cálculo do NI.....	115
Quadro 21 – 1º Estágio de Melhoria: passos básicos para melhoria da integração interfuncional	120
Quadro 22 – 2º Estágio de Melhoria: passos para melhoria das interfaces e coordenação interfuncional DP-PCP	120
Quadro 23 – Informações obtidas para o cálculo do NI da empresa A.....	122
Quadro 24 – Informações obtidas para o cálculo do NI da empresa B	123
Quadro 25 – Informações obtidas para o cálculo do NI da empresa C	123
Quadro 26 – Relação de representantes da empresa A que participaram da avaliação das propostas	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação da sensibilidade do cálculo do NI à alteração dos pesos e valores atribuídos às variáveis.....	117
Tabela 2 – Cálculo do NI para as empresas objeto de estudo	122
Tabela 3 – Análise das respostas obtidas em relação aos aspectos gerais sobre a integração DP-PCP.....	125
Tabela 4 – Análise das respostas obtidas sobre a interface DP-PCP	126

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

APS – *Advanced Planning and Scheduling*
ATO – *Assemble to Order*
BD – Banco de Dados
CAD – *Computer-Aided Design*
CAE – *Computer-Aided Engineering*
CAM – *Computer-Aided Manufacturing*
CAPP – *Computer-Aided Process Planning*
CDE – Centro de Excelência
CIM – *Computer Integrated Manufacturing*
CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CP – Controle da Produção
CRP – *Capacity Requirement Planning*
DP – Desenvolvimento de Produto
ECM – *Engineering Change Management*
ECO – *Engineering Change Order*
ERD – Estratégia de Resposta à Demanda
ERP – *Enterprise Resources Planning*
ETO – *Engineering-to-Order*
MRP – *Material Requirement Planning*
MRP II – *Manufacturing Resources Planning*
MTO – *Make to Order*
MTS – *Make to Stock*
NI – Nível de Integração
OKP – *One-of-a-Kind Production*
PCP – Planejamento e Controle da Produção
PDM – *Product Data Management*
PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto
PN – Processo de Negócio
PP – Planejamento da Produção
PT – Proposta Técnica
QRTS – *Quick Response to Stock*
RTO – *Resources to Order*
SCO's – Sistemas de Coordenação de Ordens

Sumário

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	iv
EPÍGRAFE.....	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	1
1.2. CARACTERIZAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA	2
1.3. PROBLEMA DE PESQUISA	3
1.4. OBJETIVOS DA PESQUISA	4
1.5. RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	4
1.6. ESTRUTURA DO TEXTO	5
2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL.....	7
2.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	7
2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	10
2.3. OBJETIVOS DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO	15
2.4. FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS CHAVE DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE MANUFATURA	18
2.5. A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL	21
2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	26
3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (DP), PCP E INTEGRAÇÃO.....	28
3.1. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (DP).....	28

3.1.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO	28
3.1.2. AS ATIVIDADES E INTERFACES DO DP NA ORGANIZAÇÃO	30
3.1.3. INTEGRAÇÃO, EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA E O DP	33
3.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)	35
3.2.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DO PCP	35
3.2.2. AS ATIVIDADES E INTERFACES DO PCP NA ORGANIZAÇÃO	36
3.2.3. A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA, INTEGRAÇÃO E O PCP	40
3.3. INTEGRAÇÃO	41
3.3.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DA INTEGRAÇÃO NO CONTEXTO ORGANIZACIONAL	41
3.3.2. TIPOS DE INTEGRAÇÃO NO AMBIENTE ORGANIZACIONAL	44
3.3.3. ABORDAGENS E PROPOSTAS PARA SE PROMOVER A INTEGRAÇÃO	46
3.3.4. A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA E A INTEGRAÇÃO	51
3.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	52
4. METODOLOGIA DE PESQUISA	54
4.1. ESQUEMA INTERPRETATIVO	54
4.2. ABORDAGEM DE PESQUISA	55
4.3. MÉTODO DE PESQUISA	56
4.4. TÉCNICA DE PESQUISA	58
4.5. TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS	59
4.6. MODELOS – CONCEITO, APLICAÇÃO E CONSTRUÇÃO	60
4.6.1. UMA REVISÃO SOBRE MODELOS	60
4.6.2. PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DE MODELOS	63
5. PESQUISA DE CAMPO	66
5.1. SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS	68
5.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA A	69
5.1.2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA B	70
5.1.3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA C	71
5.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DAS EMPRESAS	72
5.2. OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE NA EMPRESA A	76

5.2.1. O PROCESSO DE NEGÓCIO ‘ATENDER PEDIDO’	76
5.2.2. PROBLEMAS TÍPICOS OBSERVADOS	79
5.2.3. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INTEGRAÇÃO ENTRE DP E PCP	80
5.3. ESTUDO DE CASO NAS EMPRESAS B E C	83
5.3.1. CARACTERIZAÇÃO E ENTENDIMENTO DO DP NAS EMPRESAS..	83
5.3.2. CARACTERIZAÇÃO E ENTENDIMENTO DO PCP NAS EMPRESAS	92
5.3.3. BOAS PRÁTICAS OBSERVADAS PARA INTEGRAÇÃO DP-PCP	99
5.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	101
6. PROPOSTAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DP-PCP	103
6.1. MODELOS SIMBÓLICOS QUALITATIVOS DESCRITIVOS CONCEITUAIS	104
6.1.1. MEIOS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO.....	104
6.1.2. PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DP-PCP	110
6.2. MODELO SIMBÓLICO QUANTITATIVO PRESCRITIVO	113
6.3. MÉTODO PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DP-PCP.....	118
6.4. AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO .	122
7. CONCLUSÕES	128
BIBLIOGRAFIA	131
APÊNDICES	139
APÊNDICE A – Roteiro de Entrevista: Caracterização da Empresa e Classificação do Sistema de Produção/PCP	139
APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista: Entendimento do DP e Análise da interação DP-PCP	141
APÊNDICE C – Roteiro de Entrevista: Entendimento do PCP e Análise da interação DP-PCP	144
APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista: Avaliação do Nível de Integração entre DP e PCP na Empresa A	147
APÊNDICE E – Questionário de avaliação das propostas para melhoria da integração DP-PCP	148
APÊNDICE F – Recomendações para a condução dos estudos de casos.....	150

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA

Trabalhos da área de Administração enfatizam o conjunto de mudanças significativas observadas no ambiente de negócios nas últimas décadas, ocasionadas por alterações no mercado (perfil dos consumidores, características dos produtos e serviços, condições econômicas e políticas entre outros) e por um novo posicionamento competitivo das organizações.

Historicamente, no que se refere à Administração da Produção, observou-se uma evolução nas práticas de gestão a fim de permitir um posicionamento adequado diante das demandas emergentes, sucedendo-se os modelos de produção artesanal, produção em massa, *just-in-time* e produção enxuta e mais recentemente as práticas de integração na cadeia de suprimentos (ANDRADE, 2007).

Nesse novo contexto, existe a necessidade de outro posicionamento da Administração, levando em conta aspectos estratégicos para o empreendimento, a fim de manter ou majorar a competitividade de seus sistemas produtivos, em decorrência de uma maior competição causada pela entrada de novos competidores mais capazes (em produtividade, qualidade, rapidez, flexibilidade) em diversos mercados e pelo gradativo aumento do comércio em nível mundial (globalização de mercados e competidores).

Uma forma de obter esse novo posicionamento é por meio da revisão das práticas de gestão e dos processos operacionais das organizações, tornando-os coerentes às metas estratégicas, aplicando sistemas de informação alinhados à nova realidade e procedimentos estruturados que permitam, por exemplo, maior agilidade e flexibilidade na consecução das atividades do negócio.

Neste contexto, o Desenvolvimento de Produto (DP) e o Planejamento e Controle da Produção (PCP) têm importância significativa nas organizações industriais, tendo em vista que realizam atividades chave para o negócio. O DP trata da transformação de requisitos de mercado e de clientes em especificações de produtos, enquanto o PCP trata das providências necessárias para a efetiva transformação das especificações geradas no DP em produtos que serão produzidos e entregues ao mercado consumidor, compatibilizando de forma efetiva a demanda de mercado e a capacidade de produção. Nesse sentido, vale a pena destacar que é crucial a integração do DP com o PCP.

1.2. CARACTERIZAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA

O tema de pesquisa desta tese é a integração entre DP e PCP em sistemas de produção com engenharia e fabricação sob encomenda, mais especificamente em ambiente *Engineering-to-Order* (ETO).

Observa-se que, apesar de bastante utilizado na literatura, o termo integração ainda carece de definições mais precisas, muito em função de seu uso indistinto em diversas áreas de estudo. Alinhado a esta perspectiva, Jugend (2010, p.1), baseado nos trabalhos de alguns autores, define integração como o “trabalho colaborativo e interativo entre diferentes departamentos e/ou especialistas presentes em uma empresa que necessitam realizar trabalhos conjuntos com o propósito de atingir determinados objetivos comuns”.

Questões pertinentes à integração têm sido bastante discutidas em diversos trabalhos notadamente sobre:

- i) Tecnologia da informação, essencialmente no que tange à implantação e uso de sistemas ERP para o compartilhamento de informações, melhoria e integração dos processos empresariais (DAVENPORT, 1998; SOUZA, 2000; MANETTI, 2001; RONDEAU e LITTERAL, 2001; SOUZA, 2005);
- ii) Sobre o Processo de Desenvolvimento de Produtos e sua Gestão, envolvendo a participação de departamentos, fornecedores e clientes no DP das empresas (AMARAL e TOLEDO, 2000; TONIOLI, 2003; MANO e TOLEDO, 2005; ONOYAMA, 2006; ONOYAMA *et al.*, 2008; GONZÁLEZ, 2010);
- iii) Em estudos relacionados à Gestão da Cadeia de Suprimentos, envolvendo incentivos à integração entre os elos da cadeia de suprimentos e a agentes internos das organizações de modo a alcançar melhores resultados nos objetivos empresariais (LAMBERT *et al.*, 1998; CROXTON *et al.*, 2001; ALVAREZ e QUEIROZ, 2003);
- iv) Sobre os benefícios advindos da integração entre as funções do negócio (*Marketing*, Produção, P&D entre outras) para melhoria de desempenho organizacional (SHAPIRO, 1977; GRIFFIN e HAUSER, 1996; KAHN, 1996; KAHN e McDONOUGH III, 1997; ALTAMIRANO, 1999; BUSS, 2002).

Os benefícios advindos da integração das atividades no contexto organizacional são vários, entre eles: melhoria da comunicação; redução do tempo de atendimento de pedidos; aumento da qualidade; planejamento mais bem embasado devido ao compartilhamento de dados/informações e; ações de controle mais proativas em função da

cooperação e envolvimento na realização de atividades (SHAPIRO, 1977; DAVENPORT, 1994; VERNADAT, 1996; SONG *et al.*, 1998; PAIVA *et al.*, 2011).

Alguns trabalhos (CHRISTIANO, 1994; PEREIRA, 2005; SUKSTER, 2005; CAMPANINI, 2008) reconhecem as particularidades inerentes à gestão em ambientes ETO. Nesses ambientes, onde há forte influência do cliente na definição do produto, são pronunciadamente relevantes as etapas de desenvolvimento, planejamento e controle da produção do produto.

Assim sendo, promover a integração entre estas atividades chave que permitem obter excelência no atendimento dos requisitos do cliente é de fundamental importância para essas organizações a fim de que promovam melhoria organizacional e dos fatores estratégicos para o negócio (qualidade, prazo, pontualidade, custo e flexibilidade).

1.3. PROBLEMA DE PESQUISA

Em relação à integração, Fernandes (1991, p.21) salienta que “empresas não integradas tendem a ser fortes em aspectos não tão essenciais e fracas em aspectos cruciais para as suas características de relacionamento com o mercado consumidor”. Ou seja, dentro do tema de pesquisa aqui proposto, de nada adianta ter o melhor DP se o PCP é falho ou vice-versa.

Deste modo, a integração é fundamental para que uma empresa possa dosar os elementos essenciais para o negócio e conseqüentemente para a consecução dos objetivos organizacionais.

Entretanto, ao se observar a realidade das empresas, principalmente aquelas que trabalham sob encomenda, em ambientes de baixa velocidade de mudança e que não representam a vanguarda na adoção de práticas de excelência em gestão, esse cenário de integração e seus benefícios ainda não estão sedimentados (CHRISTIANO, 1994; CARON e FIORE, 1995; PEREIRA, 2005; HVOLBY e TRIENEKENS, 2010).

Diante das transformações observadas no mercado e dos benefícios que podem ser gerados pela integração das atividades no contexto organizacional e à luz da realidade das organizações que trabalham sob encomenda no fornecimento de bens de capital, o problema de pesquisa concentra-se na seguinte questão:

Como melhorar a integração entre Desenvolvimento de Produto (DP) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) em Sistemas de Produção que atuam em ambiente ETO?

1.4. OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa é **apresentar propostas para melhorar a integração entre Desenvolvimento de Produto (DP) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) em Sistemas de Produção que atuam em ambiente ETO.**

Como objetivos específicos, pretende-se:

1. construir um referencial teórico que permita identificar os conceitos e ferramentas de gestão aplicáveis ao processo de negócio estudado de modo a explorar as oportunidades de integração;
2. mapear o cenário estudado de modo a entendê-lo de forma abrangente no que se refere às interações entre DP e PCP;
3. identificar as ferramentas de tecnologia de informação utilizadas nas empresas estudadas, assim como formas de potencializar sua utilização com o intuito de promover a integração;
4. Identificar aspectos críticos e pontos de intersecção entre DP e PCP que possam ser explorados para melhoria da integração;
5. Avaliar as propostas elaboradas com auxílio de profissionais das empresas estudadas.

1.5. RELEVÂNCIA DA PESQUISA

No campo teórico a integração de atividades nas organizações apresenta-se como questão resolvida se considerarmos simplesmente o fato da existência de conceitos e sistemas alinhados a esse fim. Porém, na prática, as organizações, principalmente aquelas que atuam no segmento sob encomenda no fornecimento de bens de capital, pelo fato de não representarem a vanguarda na aplicação dos conceitos e ferramentas de gestão, estão muito aquém da obtenção dos diversos benefícios associados a um cenário de integração entre as funções organizacionais. Esses aspectos podem ser observados por meio de desvios em prazos e custos dos projetos de fornecimento, assim como em falhas básicas de comunicação (CARON e FIORE, 1995).

É neste ponto que a presente pesquisa ganha relevância, ao apresentar propostas que permitam melhorar a integração no âmbito dessas empresas, as quais atuam sob determinadas condições particulares e limitações inerentes a seus processos de negócio. Conforme salienta Christiano (1994), o desenvolvimento de metodologias, de fácil aplicação, para a solução de problemas das empresas industriais atuantes nesse segmento de mercado é de suma importância.

Outro aspecto que ressalta a importância de se estudar as empresas deste setor, reside no fato de que elas são responsáveis pelo projeto, produção e entrega de máquinas e equipamentos utilizados nos processos produtivos de outras indústrias, desempenhando, portanto, um papel preponderante na competitividade de outros setores empresariais (STRACHMAN e AVELLAR, 2008).

Levando-se em conta, também, o fato de que, no geral, as ferramentas e tecnologias de gestão nascem predominantemente em ambientes com produção seriada, as quais quando aplicadas ao ambiente sob encomenda demandam uma série de considerações e ajustes, torna-se ainda mais pronunciada a necessidade de estudos que contemplem as particularidades inerentes a esse segmento empresarial.

1.6. ESTRUTURA DO TEXTO

Esta tese encontra-se estruturada em sete capítulos.

No capítulo 1, introdução, realiza-se a contextualização e caracterização da pesquisa, seguida da formulação do problema, definição dos objetivos e relevância da pesquisa.

Os capítulos 2 e 3 são reservados para construção do referencial teórico, construído a partir de revisão bibliográfica dos temas relevantes para a pesquisa. No capítulo 2 os conceitos essenciais sobre Sistemas de Produção são apresentados, seguidos de uma caracterização da indústria de bens de capital. No capítulo 3 os aspectos relativos ao Desenvolvimento de Produtos, Planejamento e Controle da Produção e Integração são tratados.

No capítulo 4 são abordados os aspectos relativos à Metodologia de Pesquisa, destacando-se as decisões acerca do método de pesquisa empregado nesta tese. Neste capítulo é reservada uma seção para discussão sobre o conceito de modelos, haja vista sua utilização nas propostas elaboradas. Uma proposta para classificação de modelos também é apresentada.

O capítulo 5 trata da pesquisa de campo, destacando-se os principais aspectos observados e registrados a partir de observação participante pelo pesquisador em uma das empresas objeto de estudo (Empresa A), salientando-se os aspectos relacionados à interação entre DP e PCP em processos de fornecimento de bens de capital sob encomenda. A seguir, são apresentados os resultados dos dois estudos de casos realizados nas empresas B e C, as quais apresentam práticas mais maduras no que se refere à integração entre DP e PCP.

O capítulo 6 é dedicado para apresentação das propostas para melhoria da integração entre DP e PCP, elaboradas com base nos subsídios do referencial teórico e da

pesquisa empírica realizada nas três empresas objeto de estudo. Ao final deste capítulo é reservada uma seção para apresentação da avaliação das propostas, realizada com o auxílio de profissionais que atuam no DP e PCP da empresa A.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho, seguidas das referências bibliográficas e apêndices.

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL

2.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Existem diversas definições para Sistema de Produção, as quais de maneira geral se complementam. De acordo com Sipper e Bulfin (1997, p.7) “um sistema de produção é tudo aquilo que transforma entradas em saídas com valor inerente”.

Groover (2000) define um Sistema de Produção como um conjunto de pessoas, equipamentos e procedimentos organizados para realizar as operações de manufatura de uma companhia. Esse autor sugere a divisão de um Sistema de Produção em duas categorias ou níveis, a saber: 1. Instalações – refere-se às instalações físicas do Sistema de Produção, composta pela fábrica, equipamentos e a forma como estes equipamentos estão organizados; 2. Sistema de suporte à manufatura – refere-se ao conjunto de procedimentos usados pela companhia para administrar a produção e resolver problemas técnicos e logísticos a fim de assegurar padrões de qualidade requeridos.

De outro modo, Fernandes e Godinho Filho (2010, p.1) definem-no como “um conjunto de elementos (humanos, físicos e procedimentos gerenciais) inter-relacionados que são projetados para gerar produtos finais cujo valor supere o total de custos incorridos para obtê-los”. Esses autores salientam que essa definição é bastante abrangente e permite o entendimento de um Sistema de Produção de uma empresa como um todo e também de cada um de seus processos. Esses processos são caracterizados por um conjunto de atividades com metas, as quais, quando atingidas, auxiliam o Sistema de Produção a atingir pelo menos um de seus objetivos.

Groover (2000) observa que, em geral, nas operações modernas de manufatura, a produção é automatizada e/ou computadorizada, porém é importante atentar para o fato de que o Sistema de Produção inclui pessoas e são elas que o fazem funcionar.

Diversas formas podem ser encontradas na literatura ao se discorrer sobre a evolução dos Sistemas de Produção e, conseqüentemente, de sua gestão. Os textos, predominantemente, da área de Administração, por exemplo, traçam uma perspectiva histórica, desde o surgimento dos tipos mais simples de organização da produção até os dias atuais.

Nesses textos, grande ênfase é dada ao fato de que a forma de organizar o trabalho e a produção sofreu mudanças substanciais durante o período considerado, sucedendo-se muitas filosofias e sistemas, os quais foram desenvolvidos e implementados nas organizações para administrar a produção. Destaque é dado ao sistema de produção artesanal

e o papel das corporações de ofício; à produção em massa (criada por Henry Ford), que emergiu e propiciou um estrondoso aumento da demanda devido à grande queda de preços; ao Sistema Toyota de Produção (um refinamento do sistema de Ford e de Taylor), que proporcionou grande vantagem competitiva às empresas orientais e; mais recentemente um panorama marcado pela exigência de flexibilidade, integração e qualidade (SINGER, 1985; MARTINS, 1993; WREN, 1994).

O quadro 1 sumariza as principais características predominantes verificadas nos elementos organizacionais relacionados à produção em três dos momentos históricos salientados.

Quadro 1: Características dos elementos organizacionais relacionados à produção.

Elemento	Momento Histórico		
	Produção Artesanal	Produção em massa	Sistema Toyota
<i>Produto</i>	Sob encomenda e customizado	Padronizado com longo ciclo de vida	Variedade de coisas semelhantes
<i>Organização</i>	Poucos níveis hierárquicos, descentralizada	Verticalizada e Burocrática (Intensiva utilização da divisão do trabalho)	Poucos níveis hierárquicos
<i>Mão-de-Obra</i>	Altamente qualificada, domínio de todo processo produtivo	Especializada numa tarefa e intercambiável	Qualificada e multifuncional
<i>Processo Produtivo</i>	Artesanal	Altamente repetitivo	Repetitivo
<i>Layout</i>	Job-shop (flexível)	<i>Flow-shop</i> (montagem) e <i>Job-shop</i> (fabricação de componentes)	<i>Flow-shop</i> (montagem) e Celular (fabricação de componentes)
<i>Equipamentos</i>	Uso geral	Dedicados	Flexíveis
<i>Volume de Produção</i>	Baixo	Alto, com grandes lotes	Alto em pequenos lotes de produção
<i>Custos de Fabricação</i>	Altos, devido à falta de padronização e baixo volume	Baixos (economias de escala)	Médios
<i>Qualidade</i>	Baixa por falta de padronização	Utilização da inspeção de qualidade	Autocontrole por todo processo
<i>Treinamento da Mão-de Obra</i>	Longo aprendizado com os artesãos	Treinamento rápido no próprio posto de trabalho	Médio
<i>Clientes</i>	Poucos com alto poder aquisitivo	Grandes mercados	Demanda razoável de coisas semelhantes

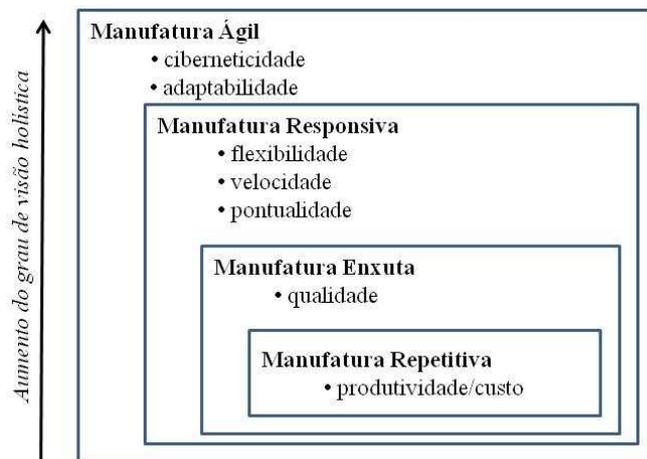
Fonte: Adaptado de Martins (1993)

Outra forma utilizada para se discorrer sobre a evolução dos Sistemas de Produção, notadamente observada em autores da área de Engenharia de Produção, sublima os aspectos relacionados aos processos e à tecnologia, assim como às demandas provenientes do mercado, caracterizada pela preponderância dos objetivos de desempenho colocados como

prioridade para o Sistema de Produção. Como exemplo desta forma de expressar a evolução dos Sistemas de Produção pode ser citada a proposta de organização dos ‘Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura’ (PEGEMs) com contribuições de Fernandes e MacCarthy (1999) e consolidada nos trabalhos de Godinho Filho (2004) e Godinho Filho e Fernandes (2009).

A contribuição de Fernandes e MacCarthy (1999) é mostrada de modo sintético na figura 1. De maneira geral, os autores demonstraram que na medida em que a evolução dos Sistemas de Produção ocorre da Manufatura Repetitiva até a Manufatura Ágil, sucedem-se os paradigmas de gestão da manufatura, novos objetivos de desempenho vão sendo incorporados, sem se desprezar os objetivos vigentes no paradigma anterior, destacando-se, também, a necessidade de aumento da visão holística da organização.

Figura 1: Paradigmas de gestão da manufatura e objetivos estratégicos da produção.



Fonte: Fernandes e MacCarthy (1999)

Em relação aos PEGEMs, destacam-se cinco: Manufatura em Massa Atual; Manufatura Enxuta; Manufatura Responsiva; Customização em Massa e Manufatura Ágil. Além de conceituar esses PEGEMs, também são identificados quatro elementos-chave de cada um deles, a saber: 1. Direcionadores – condições de mercado que possibilitam ou requerem a implantação do PEGEM; 2. Objetivos de desempenho – objetivos estratégicos da produção priorizados pelo PEGEM; 3. Princípios – as ideias que norteiam o PEGEM; 4. Capacitadores – as ferramentas, tecnologias e métodos de cada PEGEM (GODINHO FILHO e FERNANDES, 2009).

Sipper e Bulfin (1997) observam que a tarefa de se desenvolver e operar um Sistema de Produção tem se tornado progressivamente mais complexa nos últimos anos em virtude de alterações em produtos, processos, tecnologias de gestão, conceitos e culturas.

Aspecto também corroborado pelo aumento das exigências e opções de fornecimento disponíveis aos consumidores, resultando em desafios e demandas crescentes.

As mudanças ocorridas nas tecnologias de manufatura, assim como o advento de novas tecnologias tanto de chão de fábrica, quanto administrativas, representaram um incremento significativo nas mudanças ocorridas nos Sistemas de Produção e na sua gestão. A incorporação de novas tecnologias de microeletrônica e de informação nas tecnologias de processo possibilitou a configuração dos novos paradigmas de produção. A produção em massa, baseada em grandes lotes de fabricação e pouca variedade de produtos, reinava soberana, até que o uso de máquinas flexíveis controladas por computador tornou os tempos de preparação de máquinas quase desprezíveis possibilitando a fabricação de lotes menores de produtos variados, aspecto também demandado pelo mercado consumidor (CORRÊA e GIANESI, 2007). Todo esse panorama, somado à crescente pressão competitiva advinda com a globalização dos mercados e o acirramento da competição em nível mundial, ressalta a importância de monitorar e aperfeiçoar o desempenho dos Sistemas de Produção.

A partir dos anos 1980 os gerentes de produção enfrentaram um excesso de conselhos de especialistas, cada um deles defendendo caminhos diferentes para melhorar a competitividade. Exemplos clássicos, mas não únicos destes caminhos, são representados pelo sistema americano de produção em massa e o sistema japonês de produção enxuta, surgindo ainda uma terceira abordagem: a teoria contingencial de estratégia de produção – ajuste e foco. Essa última abordagem destaca formas distintas para a diferenciação competitiva, as quais podem estar fundamentadas em: menor preço; maior qualidade, maior confiabilidade; maior velocidade/menor tempo de resposta. Salientado-se que cada uma dessas formas de se buscar vantagem competitiva requer recursos e ações distintas e que, no geral, dentro de uma determinada indústria, cada empresa normalmente seleciona uma ou duas dessas dimensões competitivas para se focar (HAYES *et al.*, 2008).

2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Hayes *et al.* (2008) destacam que há um crescente reconhecimento de que a função Produção pode ser uma arma competitiva se projetada e gerenciada apropriadamente nas organizações. Atenta-se ainda para o fato de que a maioria das pessoas empregada pela maior parte das organizações está engajada na função produção, local no qual se concentram muitos dos ativos físicos da empresa. Na produção incluem-se todas as atividades necessárias para criar e entregar um produto ou serviço, desde a obtenção de materiais (suprimento), passando pela conversão/transformação até a distribuição (HAYES *et al.*, 2008).

Dada a importância dos Sistemas de Produção, a compreensão de seus elementos constituintes e sua correta configuração para o atendimento das demandas são fundamentais, o que pode ser auxiliado pelo uso de uma classificação que auxilie os gestores na busca de um correto inter-relacionamento de suas variáveis chave.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), a classificação dos Sistemas de Produção é de suma importância e auxilia a obter um maior conhecimento e compreensão de suas características, assim como orienta a escolha das abordagens de gestão a serem empregadas.

Groover (2000) salienta que ao longo dos anos certos tipos de instalações de produção foram reconhecidas como mais apropriadas para organizar determinados tipos de manufatura e um aspecto preponderante para se realizar essa configuração é o tipo de produto fabricado.

Com relação à produção de produtos discretos, a quantidade produzida tem uma influência muito significativa na forma de organizar o Sistema de Produção. Outro aspecto também preponderante neste cenário diz respeito à variedade de produtos, a qual está relacionada a projetos e tipos de produtos diferentes que são produzidos no Sistema de Produção (GROOVER, 2000).

Para Groover (2000), em função da influência significativa do volume e da variedade de produção na configuração do Sistema de Produção, classificá-los com base nessas duas variáveis torna-se interessante.

Com relação à variedade, Groover (2000) observa tratar-se de um parâmetro quantitativo para a classificação de um Sistema de Produção, que, porém, é menos exato do que o volume de produção, pois alguns produtos diferem dos outros de modo sutil em relação ao projeto do produto. A fim de capturar e caracterizar aspectos relacionados à variedade dos produtos, esse autor propõe segmentá-la em variedade '*hard*' e '*soft*'. Produtos com variedade do tipo *hard* diferem substancialmente entre si, já aqueles com variedade *soft* poucas diferenças são observadas entre os produtos, podendo até mesmo compartilhar diversos componentes em sua montagem.

A questão da variedade é bastante tratada na literatura em vista de sua grande preponderância na configuração do Sistema de Produção.

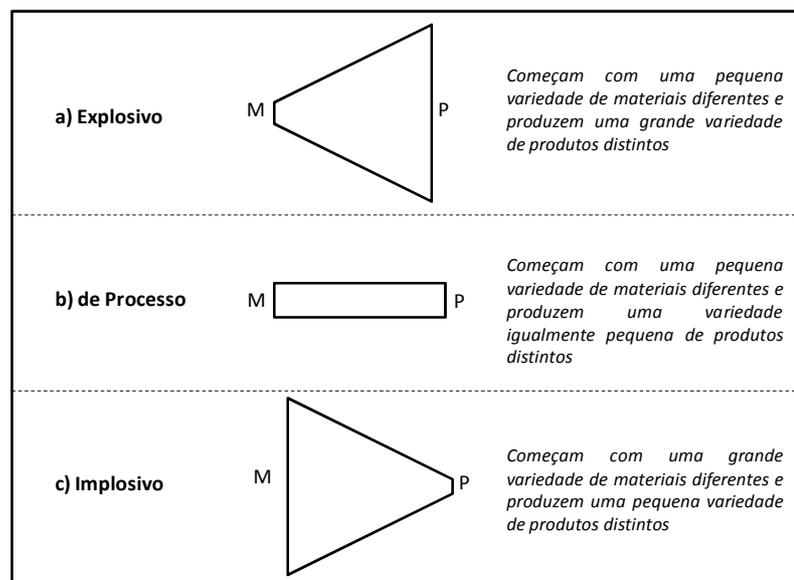
Moreira (1993), ao tratar da classificação dos Sistemas de Produção, destaca sua importância como forma de pré-selecionar ferramentas e técnicas de planejamento e gestão da produção mais adequadas em função das particularidades do tipo de sistema. Neste sentido, o autor apresenta a classificação tradicional, baseada no fluxo de produção (Produção

contínua, Intermitente e grandes projetos) e a classificação cruzada de Schroeder que considera duas dimensões (fluxo de produção e o tipo de atendimento ao consumidor – a partir de estoque ou sob-encomenda).

Para Burbidge (1981), diferenças nos principais fatores que caracterizam um Sistema de Produção afetam a complexidade do Controle da Produção e os tipos dos métodos de controle que devem ser empregados. Esse autor destaca três fatores:

- a) Projeto do Produto – faz a distinção entre produtos padrões (produzidos de acordo com uma mesma especificação padrão) e produtos especiais (especialmente projetados de acordo com especificações de diferentes clientes);
- b) Volume de Produção – segmenta os sistemas de produção em baixo e alto volume de produção, destacando-se que, em geral, o controle da produção pode ser mais eficiente em ambientes com alto volume, tendo em vista que o trabalho necessário para execução do PCP é quase o mesmo;
- c) Variedade de produtos, componentes e materiais usados – o autor observa que em ambientes onde há uma grande variedade de itens que devem ser planejados, dirigidos e controlados, o Controle da Produção é muito mais complicado e difícil do que se houver uma pequena variedade. Em relação a este fator os Sistemas de Produção podem ser classificados em três categorias, conforme mostra a figura 2.

Figura 2: Classificação dos Sistemas de Produção com base na variedade de entradas/saídas.



Fonte: Adaptado de Burbidge (1981, p.33)

A partir de uma revisão bibliográfica a fim de identificar os sistemas de classificação propostos por outros pesquisadores, MacCarthy e Fernandes (2000)

identificaram diversas classificações. A título de exemplo, uma primeira classificação identificada por estes autores, entendida como uma das pioneiras, foi a de Mallick e Gaudreau datada de 1951, ela classifica os Sistemas de Produção em três categorias: a) processo contínuo; b) produção em massa; c) processo intermitente.

Outra classificação identificada, bastante similar à primeira, foi a de Wild, datada de 1971, que divide os sistemas de produção em quatro categorias: a) manufatura de processo; b) produção em massa; c) produção em lotes; d) manufatura de serviço encomendado (*jobbing*).

As demais classificações que sucedem partem de perspectivas particulares, porém possuem foco de análise comum, os quais partem de características dos produtos (nível de repetição, forma e complexidade da estrutura do produto), características dos processos produtivos (contínuo, intermitente ou em massa), disposição das máquinas/*layout*, volume de produção ou estratégia de resposta à demanda. Algumas dessas classificações também partem da análise da relação entre esses atributos, mesclando e combinando características dos processos e produtos. Maiores detalhes sobre essas propostas de classificação podem ser consultadas no trabalho de MacCarthy e Fernandes (2000).

Após o estudo das diversas classificações, MacCarthy e Fernandes (2000) propõem um sistema de classificação multidimensional composto por quatro grupos de características, os quais englobam doze variáveis, conforme mostra o quadro 2. Observa-se que este sistema de classificação tem como objetivo central auxiliar a configuração do PCP.

MacCarthy e Fernandes (2000) discutem algumas das relações entre as dimensões de seu sistema de classificação, por exemplo, com relação ao tamanho da organização, eles apontam que uma das constatações que se pode chegar diz respeito ao montante de capital que a organização pode investir na configuração de seu PCP. Outra relação que pode ser explorada diz respeito ao tempo de resposta e ao nível de customização, o que permite identificar o relacionamento entre o Sistema de Produção e os consumidores de uma forma mais profunda do que a apresentada nos esquemas tradicionais de classificação.

Das doze variáveis apresentadas em seu esquema de classificação, MacCarthy e Fernandes (2000) salientam que a mais importante é a variável nível de repetição, destacando que essa variável tem forte impacto na escolha do sistema de controle da produção básico e implicitamente ela combina em uma, duas variáveis: volume e variedade. O quadro 3 mostra algumas combinações ideais entre as variáveis do modelo proposto no sistema de classificação multidimensional e o sistema de planejamento e controle de produção a ser escolhido.

Quadro 2: Grupos e variáveis do sistema multidimensional de classificação.

Caracterização Geral	Caracterização do Processo
<ul style="list-style-type: none"> Tamanho da Organização <p>(L): grande nº de funcionários (M): médio nº de funcionários (S): pequeno nº de funcionários</p> <ul style="list-style-type: none"> Tempo de Resposta <p>(LS + LP + LD): se o sistema produz para ordem (Lda(P%)): se o sistema produz para estoque com nível de serviço igual a P% (LDb(P%)): se o sistema não produz (somente compra, estoca, vende e entrega o item) e o nível de serviço é igual P% (LP+LD): se o sistema produz para ordem mas mantém estoque de matéria-prima (LS+LD): se o sistema não produz mas vende para ordem</p> <ul style="list-style-type: none"> Nível de Repetição <p>(PC): sistema contínuo puro (SC): sistema semicontínuo – cada unidade de processo é contínuo puro e há combinações das rotas entre os diferentes processos para diferentes produtos. A produção ocorre por bateladas (MP): produção em massa. Maioria dos itens são repetitivos (RP): repetitivo. Pelo menos 75% dos itens são repetitivos (SR): semirepetitivo. Há um número considerável de itens repetitivos e não repetitivos (NR): não repetitivo. Maioria dos itens não repetitivos (LP): grandes projetos</p> <ul style="list-style-type: none"> Nível de automação <p>(N): normal – compreende todo tipo de mecanização onde o ser humano tem um alto grau de participação na operação ou nível de execução (F): flexível – tem, na operação ou nível de execução, o controle por computador no papel principal, trabalhando em rede com controle numérico, normalmente com alguma forma de tecnologia FMS (R): rígida – é o tipo encontrado em linhas de transferência com equipamento altamente especializado e dedicado (M): mista – quando o sistema de produção possui unidades com diferentes níveis de automação</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de layout <p>(S): estação de trabalho única (P): layout por produto (F): layout funcional ou por processo (G): layout por grupo (FP): layout por posição fixada, recursos (homens e equipamentos) movem-se e não o produto</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipos de estoque de segurança <p>(1): estoques antes do primeiro estágio (2): estoques intermediários entre os estágios de produção (3): estoques depois do último estágio de produção</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipos de fluxo <p>(F1): estágio único com apenas uma máquina (F2): estágio único com máquinas idênticas em paralelo (F3): estágio único com máquinas não idênticas em paralelo (F4): processo multiestágios unidirecional, por exemplo, o clássico sistema <i>flowshop</i> (F5): processo multiestágios unidirecional, que permite que estágios sejam pulados (<i>overflow</i>) (F6): processo multiestágios unidirecional, com máquinas iguais em paralelo (F7): processos multiestágios unidirecional, com máquinas idênticas em paralelo mas permitindo que estágios sejam pulados (F8): processo multiestágios unidirecional, com máquinas não idênticas em paralelo (F9): processo multiestágios unidirecional, com máquinas não idênticas em paralelo, permitindo que estágios sejam pulados (F10): processo multiestágios multidirecional, por exemplo, o clássico sistema <i>jobshop</i> (F11): processo multiestágios multidirecional, com máquinas idênticas em paralelo (F12): processo multiestágios multidirecional, com máquinas não idênticas em paralelo</p>
Caracterização do Produto	Caracterização da Montagem
<ul style="list-style-type: none"> Estrutura do produto <p>(SL): nível único – produto que não requer montagem (ML): nível de multiprodutos – requer montagem</p> <ul style="list-style-type: none"> Nível de customização <p>(1): produtos customizados, quando os clientes definem todos os parâmetros de <i>design</i> do produto (2): produtos semicustomizados, quando os clientes definem parte do <i>design</i> do produto (3): customização <i>mushroom</i>, quando há um número de componentes ou módulos padrões que são combinados de várias formas nos estágios finais do sistema de produção com poucas operações adicionais (4): produto padrão, quando os clientes não interferem no <i>design</i> do produto</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de produtos <p>(S): um único produto (M): múltiplos produtos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de montagem <p>(A1): mistura (ingredientes químicos, por exemplo) (A2): montagem de um grande projeto (A3): montagem de produtos pesados (A4): montagem de produtos leves (ex.: equipamentos médicos) em um posto de trabalho ou em um conjunto de postos de trabalho paralelos (A5): linha de montagem cadenciada, onde a linha nunca para (A6): linha de montagem cadenciada, onde a linha para por um número de unidades de tempo (A7): linha de montagem semicadenciada, onde a linha não para (A8): linha de montagem não cadenciada tipo I (A9): linha de montagem não cadenciada tipo II</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipos de organização do trabalho <p>(I): trabalhadores individuais (T): times de trabalho (G): grupos de trabalho</p>

Fonte: MacCarthy e Fernandes (2000, p.492)

Quadro 3 – As variáveis e a escolha de um sistema de PCP.

<i>Nível de repetição do sistema de produção</i>							
<i>Outras variáveis</i>	Contínuo Puro	Semi contínuo	Produção em massa	Repetitivo	Semi repetitivo	Não repetitivo	Grandes projetos
<i>Tamanho da empresa</i>	Para todos os níveis de repetição, quanto maior a empresa, mais complexas são as atividades de PCP						
<i>Tempo de resposta</i>	LD(a-P%)	LD(a-P%)	LD(a-P%)	LD(a-P%)	LP + LD	LP+LD ou LS+LP+LD	LS+LP+ LD
<i>Nível de automação</i>	Rígido	Rígido	Rígido	Normal ou Flexível	Normal ou Flexível	Normal ou Flexível	Normal
<i>Estrutura dos produtos</i>	Para todos os níveis de repetição, as atividades de PCP para múltiplos níveis de produtos são muito mais complexas do que para produtos de nível único						
<i>Nível de customização</i>	Padronizado	Padronizado ou Mushroom	Padronizado ou Mushroom	Padronizado ou Mushroom	Mushroom ou semi-customizado	Customizado ou semi-customizado	Customizado
<i>Número de produtos</i>	Para todos os níveis de repetição, as atividades de PCP para grande variedade de produtos são muito mais complexas do que para produtos únicos						
<i>Tipos de Layout</i>	Por produto	Por produto	Por produto	Em grupo	Em grupo	Funcional	Posição fixa
<i>Tipos de estoque de segurança</i>	(1) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) ou (1)	(1), (2) ou (2)	Sem estoque de segurança
<i>Tipos de fluxo</i>	A complexidade das atividades de PCP aumenta de F1 em direção a F12						
<i>Tipos de montagem</i>	(A1) ou desmontagem	(A1) ou desmontagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou não montagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou não montagem	(A7) ou (A8) ou (A7) ou não montagem	(A3) ou (A4) ou não montagem	(A2)
<i>Tipos de organização do trabalho</i>	Se existe montagem, o tipo de organização do trabalho tem um impacto direto na maneira pela qual será feito o balanceamento do trabalho na montagem						
<i>Sistemas de planejamento e controle básico possível de ser escolhido</i>	Uma planilha para controlar a taxa de fluxo	Uma planilha para programar o trabalho	Kanban	Kanban ou PBC	PBC ou OPT	MRP	PERT/ CPM

Fonte: MacCarthy e Fernandes (2000, p.491)

Groover (2000) observa que há uma relação inversa entre variedade de produto e a quantidade produzida em termos de operações fabris, ou seja, quando a variedade de produto é alta, a quantidade produzida tende a ser baixa e vice-versa.

Fernandes e Godinho Filho (2010, p.7) ressaltam que uma contribuição desse sistema de classificação multidimensional “é apresentar uma relação entre as características dos Sistemas de Produção e formas de gerenciá-los”.

2.3. OBJETIVOS DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO

Para Davenport (1994), a busca por objetivos múltiplos é um desafio a ser perseguido pelas empresas, pois é comum observar que os clientes exigem uma redução do *lead time* e melhorias na qualidade do produto, enquanto os ambientes competitivo e funcional exigem que custos sejam reduzidos substancialmente.

Acerca dos objetivos da produção, Slack *et al.* (2002) e Corrêa e Giancesi (2007) observam que há um conjunto de objetivos de desempenho com os quais se pode avaliar a contribuição do Sistema de Produção para a construção de uma vantagem competitiva. Esses objetivos de desempenho são:

- a) Qualidade – “fazer certo as coisas”, proporcionando melhores produtos e serviços ao consumidor;
- b) Rapidez – minimizar o tempo de atendimento dos pedidos;
- c) Confiabilidade de entrega (ou pontualidade que é a melhor tradução para *dependability*) – fazer as coisas em tempo, mantendo os compromissos de entrega assumidos;
- d) Flexibilidade – mudar rapidamente as atividades de produção para enfrentar circunstâncias inesperadas;
- e) Custo – fazer as coisas o mais barato possível.

Davenport (1994, p.272), ao tratar dos processos de manufatura, observa que “na fabricação, como em outras funções, a melhor maneira de realizar os objetivos de tempo, serviços e flexibilidade é por meio de uma integração funcional cada vez maior”. Isto se dá em função do potencial gerado pela combinação de capacidades das diversas áreas da organização.

Ao discorrer sobre a eficiência das empresas que adotam o Sistema de Produção enxuta para entregar carros, produzidos de acordo com especificações detalhadas dos clientes, e entregá-los em um curto espaço de tempo, Davenport (1994) destaca que essas empresas têm que integrar rigorosamente as áreas de vendas, fabricação e logística num único processo de funcionamento perfeito e que, embora, a tecnologia seja aplicada em vários pontos, ela se encontra subordinada à integração organizacional como um habilitador da mudança.

Além de direcionar as ações que precisam ser priorizadas no Sistema de Produção de modo a atender com excelência suas demandas, a correta seleção e avaliação dos objetivos de desempenho direciona os processos de melhoria e mudança necessários.

A importância dos processos de Melhoria e Mudança nas organizações é fortemente presente nas discussões do movimento da qualidade. Essa valorização do tema é justificada pelas mudanças no padrão de demanda do mercado consumidor, as quais provocaram alterações nos critérios que definem a existência de qualidade num produto. Exemplo dessa situação pode ser observado na abrangência dessa análise: anteriormente, o critério de qualidade fundamentava-se simplesmente na adequação técnica do produto;

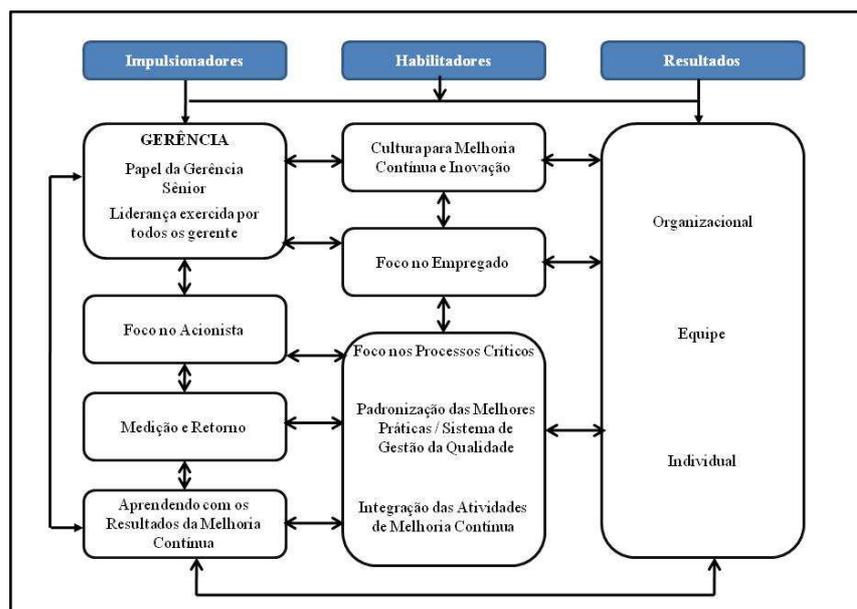
atualmente considera-se a qualidade das práticas e processos que levam a obtenção do produto final e à satisfação do cliente.

Conforme Gerolamo (2003, p.24), “vendas boas e qualidade assegurada não são mais sinais de consumidores satisfeitos”. Isto se dá pelo fato de que “qualidade hoje não implica em sua continuidade amanhã”. A qualidade passou a ser considerada como um atributo relativo, não sendo vista de forma isolada, mas sim inter-relacionada com outros processos e fatores organizacionais.

Nesse sentido, as organizações precisam continuamente melhorar seus produtos e serviços, partindo da premissa básica de que “a qualidade de um produto ou serviço em um negócio é nada mais do que o resultado da qualidade do processo usado para gerá-lo” e desse modo, qualidade depende, por exemplo, “da forma como o produto é projetado, como é o planejamento da produção, como é a manufatura, distribuição e entrega ao consumidor”, entre outros aspectos (GEROLAMO, 2003, p.25).

Resumidamente, as organizações devem buscar o estabelecimento de um processo de melhoria contínua, o qual deve permear toda a estrutura organizacional e promover sinergia para a consecução de melhores resultados. Kaye e Anderson (1999) apresentam um modelo para esse processo, destacando alguns fatores que são impulsionadores e outros habilitadores, ressaltando sua inter-relação com os resultados, conforme mostrado na figura 3.

Figura 3: Modelo para Melhoria Contínua.



Fonte: Kaye e Anderson (1999)

Com intuito de auxiliar as organizações a melhorarem continuamente seus produtos e serviços, diversos conceitos, metodologias e ferramentas foram criados e disseminados. Entre eles: a abordagem Kaizen, a Gestão pela Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*), a Administração por Objetivos (APO), a Gestão por Diretrizes, a Gestão por Processos, a Reengenharia, o *Benchmarking* etc.

Todos alinhados ao propósito de estruturar os processos de melhoria e mudança nas organizações. Gerolamo (2003) destaca que na prática as empresas precisam identificar as mudanças necessárias para estabelecer as ações ou iniciativas de mudança, havendo necessidade de priorização das escolhas para melhoria, em decorrência da limitação de recursos.

Outras questões advêm para viabilização dos processos de melhoria e mudança nas organizações, entre as quais podem ser citadas: nível e disponibilidade de recursos (materiais, financeiros e humanos) para alocação nos processos de melhoria e mudança; disponibilidade de conhecimentos internos na organização para condução e gestão dos processos em detrimento da necessidade de contratação de especialistas; comprometimento da alta administração, replicado nos demais níveis administrativos; entre outros fatores.

Nesse sentido, é fundamental que as organizações identifiquem os processos e funções organizacionais chave que alicerçam sua competitividade e ataquem-nos em busca de excelência, tendo em vista que são eles que suportam a estratégia e o desempenho da organização na esfera de mercado em que atua.

2.4. FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS CHAVE DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE MANUFATURA

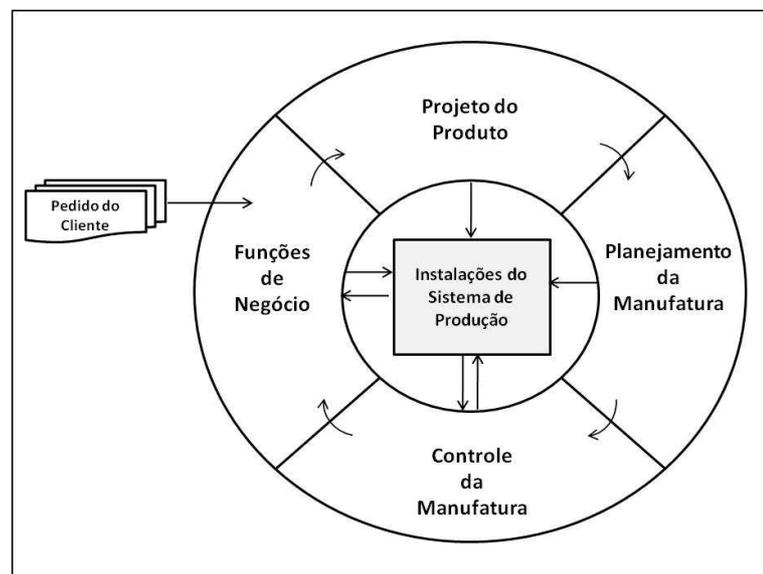
Para que os objetivos de um Sistema de Produção sejam atingidos, um conjunto de funções operacionais precisa ser desempenhado. A identificação de uma oportunidade de mercado, passando pela concepção da ideia, projeto dos produtos e serviços, o controle de materiais, recrutamento e treinamento de recursos humanos, aplicação dos recursos financeiros, produção e distribuição do produto final entre outras, são exemplos de atividades comuns que tornam a gestão do Sistema de Produção complexa e interativa.

Como seria de se esperar, a forma de classificar as funções organizacionais como chave ou primárias para que o Sistema de Produção possa cumprir seus objetivos de desempenho não é consenso entre os autores – aspecto comum observado tanto na Engenharia de Produção, quanto em diversas outras áreas de conhecimento.

Slack *et al.* (2002), por exemplo, segmentam as atividades primárias de um Sistema de Produção em Vendas/*Marketing*, Produção e Desenvolvimento do Produto. De outro modo, Dilworth (1993), identifica como funções primárias, de um Sistema de Produção, *Marketing*, Finanças e Produção – das quais depende a obtenção de todo o potencial da organização. Ao *Marketing*, este último autor atribui as funções de descobrir ou desenvolver demanda para os produtos e serviços da organização e manter trabalhos de relacionamento com atuais e potenciais clientes. A Finanças são atribuídas as funções de obter recursos financeiros para a organização, assim como orientar seu correto uso. Já à Produção, cabem as atividades relacionadas à geração dos produtos e serviços demandados da organização (DILWORTH, 1993).

Groover (2000) agrupa as funções chave para um Sistema de Produção de manufatura naquilo que ele denomina como sistema de suporte à manufatura e o decompõe em quatro funções chave para o negócio: 1) Funções de negócio; 2) Projeto do Produto; 3) Planejamento da manufatura; 4) Controle da manufatura. O autor ressalta que a interação entre estas quatro funções se dá por meio de um ciclo de processamento da informação, conforme mostra a figura 4.

Figura 4: Ciclo de processamento da informação em um sistema típico de manufatura.



Fonte: Groover (2000, p.8)

As **Funções de Negócio** são aquelas com papel principal relacionado à comunicação com o cliente, sua participação se dá preponderantemente no início e no final do processo, compreendem as funções de vendas, *marketing*, finanças e custos (GROOVER, 2000). Conforme mostra a figura 4, o início desse ciclo de processamento da informação se dá com a entrada de um pedido do cliente, passando pelas funções de negócio, seguindo

posteriormente para as demais funções chave. Nesse ponto, Groover (2000) salienta que três possibilidades de continuidade do processo podem ser observadas: a) um pedido para manufatura de um produto conforme especificações do cliente; b) aquisição pelo cliente de um produto manufaturado de acordo com especificações próprias da companhia; c) um pedido interno da companhia baseado em previsão de demanda para um produto manufaturado de acordo com especificações próprias.

A função relacionada ao **Projeto do Produto** tem como responsabilidade desenvolver e projetar o produto em questão, podendo compreender atividades de pesquisa e desenvolvimento, projeto de engenharia, geração de desenhos e, em algumas ocasiões, protótipos. Ressalta-se que a intervenção da função Projeto do Produto pode variar da não participação no ciclo, casos em que o projeto é de responsabilidade do cliente, até total participação, produto próprio da companhia (GROOVER, 2000).

Em relação ao **Planejamento da Manufatura**, constituem suas funções o recebimento dos projetos de engenharia, o planejamento do processo (“determinação da sequência de processamento e operações de montagem individuais necessárias para a produção de um item”), programação mestre (listagem dos produtos a serem fabricados com as respectivas datas de entrega e quantidades), planejamento das necessidades de materiais e de capacidade (GROOVER, 2000, p.8-9). O autor observa que o Planejamento da Manufatura inclui também os aspectos logísticos relacionados e que a atividade de planejamento do processo pode estar subordinada a uma engenharia de manufatura ou industrial, a qual se responsabiliza também pela geração de detalhes técnicos para a fabricação.

O **Controle da Manufatura** consiste no gerenciamento e controle das operações físicas na fábrica, de modo a possibilitar a implementação do plano de manufatura. Observa-se que um grande fluxo de informação ocorre entre o Controle da Manufatura e as operações realizadas nas instalações de produção. A esta função estão relacionados ainda o controle do chão de fábrica (monitoramento do progresso da produção e controle do *work-in-process*), o controle de estoques e o controle da qualidade (GROOVER, 2000).

Apesar de possuírem objetivos funcionais distintos e muitas vezes até conflitantes, as funções organizacionais que compõem um Sistema de Produção, não só as primárias ou chave, devem convergir no sentido de produzir bens e serviços que atendam a necessidade do mercado consumidor e gerar valor excedente para a manutenção da organização. Ressalta-se, ainda, que o sucesso competitivo advém da forma como as funções básicas se relacionam.

De acordo com Davenport (1994, p.259), “nada é mais importante para o sucesso competitivo de uma empresa do que sua capacidade de desenvolver novos produtos e serviços, e entregá-los aos clientes”.

Ao tratar de questões relacionadas a problemas no processo de engenharia e projeto de produto, Davenport (1994, p.269) observa que as interfaces relevantes do processo são entre os setores de engenharia e de vendas/*marketing*, de um lado, e engenharia e fabricação de outro. “No lado vendas/*marketing*, muitas empresas enfrentam o problema das mudanças frequentes nas especificações do produto, para atender a necessidades de clientes específicos”, sendo essa uma causa frequente para atrasos no desenvolvimento de produtos em virtude da má definição das exigências do produto. Enquanto na interação entre engenharia/fabricação as dificuldades estão relacionadas ao número e impacto das mudanças de engenharia.

Destacadas as funções-chave que compõem um Sistema de Produção e sua forma básica de interação para consecução dos objetivos de desempenho, faz-se necessária a caracterização de ambientes de negócio específicos nos quais o Sistema de Produção se insere, a fim de identificar aspectos que corroboram para sua configuração – como é o caso da Indústria de Bens de Capital, cenário no qual as empresas objeto de estudo desta tese estão inseridas.

2.5. A INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL

Antes da discussão sobre a indústria de bens de capital, faz-se necessária a distinção do que vem a ser um bem de capital. De acordo com Strachman e Avellar (2008), um bem de capital pode ser assim considerado, quando é utilizado no processo produtivo de outros bens e serviços sem sofrer nenhuma transformação.

Contextualizando essa definição a partir de alguns exemplos práticos, um bem de capital pode ser desde uma válvula para controle de processo em uma indústria química, passando por uma ponte rolante para movimentação de materiais no chão de fábrica até uma instalação industrial completa, todos esses projetados e/ou fabricados por uma empresa fornecedora, no caso a empresa do setor de bens de capital, de acordo com um projeto próprio ou especificações da empresa cliente.

O setor de bens de capital está presente em todos os outros setores da indústria, sendo responsável pelo fornecimento de máquinas e equipamentos e dessa forma, apresenta grande relevância na contextualização da competitividade industrial nacional e mundial.

Strachman e Avellar (2008) destacam que a indústria de bens de capital reúne um conjunto de fabricantes de máquinas e equipamentos responsável, em grande medida, pela capacidade de produção de outros bens. As empresas que compõem esse setor industrial cumprem um papel determinante na difusão de novas tecnologias e na dinamização do crescimento econômico devido ao forte relacionamento com a produção de outros setores.

Conforme Strachman e Avellar (2008), o setor industrial de bens de capital pode ser caracterizado por sua heterogeneidade, tanto de tipos quanto de usos, por seus objetivos e pelos setores a que se destinam seus produtos (químico, petroquímico, metalúrgico, têxtil, de calçados, elétrico, de papel e celulose, de alimentos, etc.). Essa heterogeneidade também está presente nas condições competitivas de vários mercados e segmentos, com suas especificidades em relação a número, tamanho e capacitações das firmas que deles participam, condições de importação e exportação, etc.

Maia *et al.* (2010) corroboram a observação sobre a heterogeneidade desse setor industrial, dada a grande variedade de tipos, de usos e de finalidades dos produtos, assim como das condições competitivas do mercado relacionadas ao ritmo tecnológico.

No que se refere à relevância econômica da indústria de bens de capital, sua contribuição é da ordem de 12% do valor agregado total da indústria de transformação brasileira, salientando-se o fato de que esse setor industrial conta com condições bastante heterogêneas de eficiência produtiva e competitividade internacional (NASSIF, 2007).

Segundo Nassif (2007), existe pouca controvérsia a respeito da importância da indústria de bens de capital como propulsora do desenvolvimento econômico de um país. Tanto em termos micro, quanto macroeconômicos, é reconhecida sua importância como criadora de capacidade produtiva e indutora de progresso técnico.

Nassif (2007) observa que países que almejam ‘internalizar’ a produção de bens de capital, sob condições de eficiência econômica tendem a aumentar o grau de autonomia tecnológica, bem como a ampliar seu potencial de desenvolvimento econômico.

Segundo Strachman e Avellar (2008), a partir dos bens de capital, constrói-se uma teia complexa de relações produtivas e tecnológicas, interligando sua dinâmica à de outros setores industriais, mas também ao agropecuário e ao de serviços. Ele permeia todos os demais, sobretudo o industrial e o setor primário, por ser o responsável pelo fornecimento de máquinas e equipamentos utilizados por esses outros setores.

Strachman e Avellar (2008) propõem um agrupamento das empresas que atuam na indústria de bens de capital em três grupos:

- Bens de capital mecânicos – mecânica, equipamentos mecânicos, equipamentos industriais, máquinas e implementos agrícolas, máquinas de mineração e máquinas rodoviárias;
- Equipamentos de transporte – ônibus e caminhões, construção naval, indústria aeronáutica;
- Bens de capital elétricos – equipamentos elétricos.

Com o intuito de estabelecer uma classificação que segmente a indústria de bens de capital, Nassif (2007), com base na Classificação Nacional de Atividades Econômica (CNAE) faz uma adaptação dos segmentos existentes na CNAE, conforme mostra o quadro 4.

Segundo Nassif (2007), a complexidade da indústria de bens de capital enseja também tipologias distintas, criadas para enquadrar a variedade de produtos em segmentos de acordo com sua complexidade tecnológica ou com os fins específicos a que se destinam.

Quadro 4: Classificação da indústria brasileira de bens de capital segundo a relação fornecedor-usuário

	Taxonomia	CNAE 3
<i>Máquinas e equipamentos tipicamente industriais</i>	• Estruturas metálicas e caldeiraria pesada	281
	• Tanques e caldeiras	282
	• Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	291
	• Máquinas e equipamentos gerais	292
	• Máquinas-ferramentas	294
	• Máquinas e equipamentos para extração mineral e construção	295
	• Outras máquinas de extração	296
	• Geradores, transformadores e motores elétricos	311
	• Outros equipamentos elétricos	319
	• Material eletrônico básico	321
	• Aparelhos de medida, testes e controle	332
	• Aparelhos de automação industrial	333
	• Aparelhos e materiais ópticos e fotográficos	334
<i>Máquinas e equipamentos de energia elétrica</i>	• Equipamentos de energia elétrica	312
<i>Máquinas e equipamentos de telecomunicações</i>	• Equipamentos de telefonia e radiotelefonia e transmissão de televisão e rádio	322
	• Aparelhos receptores, de reprodução, gravação ou amplificação	323
<i>Máquinas e equipamentos eletrônicos e não-eletrônicos para escritório</i>	• Máquinas para escritório	301
	• Equipamentos de sistemas e processamento de dados	302
<i>Equipamentos médico-hospitalares</i>	• Equipamentos médico-hospitalares	331
<i>Máquinas e equipamentos agrícolas</i>	• Máquinas e equipamentos agrícolas	293
<i>Máquinas e equipamentos de transporte (Rodoviários/ Ferrovários/ Navais/ Aeronáuticos/ Outros)</i>	• Caminhões e ônibus	342
	• Cabines, carrocerias e reboques p/ caminhões	343
	• Construção, montagem e reparos de veículos ferroviários	352
	• Construção e reparo de embarcações	351
	• Construção, montagem e reparo de aeronaves	353
	• Fabricação de outros equipamentos de transporte	359

Fonte: Nassif (2007, p.7)

Esse mesmo autor observa que uma classificação tradicional divide a indústria em segmentos que produzem bens de capital sob encomenda, cujas características de maior sofisticação tecnológica e *design* adaptado para o atendimento de necessidades específicas do usuário requerem elevados gastos em P & D e na engenharia do produto; e em segmentos que produzem bens de capital seriados, cuja produção padronizada e em série, por estar sujeita a elevadas economias de escala, costuma exigir não apenas escalas mínimas eficientes bastante elevadas, como também vultosos gastos em P & D e em engenharia de processo.

Nassif (2007) destaca, ainda, que a liberalização comercial ocorrida na década de 1990, desencadeou um aumento da pressão competitiva externa e conseqüentemente uma modificação da estrutura produtiva do setor, forçando as empresas estabelecidas a implementarem um rápido processo de reestruturação industrial. Entre os principais impactos da liberalização comercial, o autor destaca: a) um intenso movimento de saída de empresas ineficientes da indústria; b) o aumento da participação de empresas estrangeiras no setor; c) redução expressiva do número de bens produzidos por empresa; d) desverticalização dos processos de produção pré-existentes.

Característica marcante da indústria de bens de capital é a flutuação da demanda de acordo com os ciclos econômicos, apresentando caráter mais instável do que aquele observado em outros setores industriais (DUARTE, 2001).

Conforme Avellar (2008), uma das maiores fontes de aprendizado da indústria de bens de capital está no ato de adaptar as máquinas e os equipamentos para a produção local a que se destinam, sendo essa estratégia, muito utilizada pelas empresas produtoras de bens de capital mecânicos, denominada tropicalização.

Hill (1995), ao fazer uma comparação entre a indústria de bens de capital e a indústria de bens de consumo, destaca uma característica particular deste setor, observada em seu processo de negócio. Enquanto na indústria de bens de consumo segue-se a sequência engenharia-mercado-fabricação-venda, na indústria de bens de capital, a sequência mais comum é caracterizada por mercado-vendas-engenharia-fabricação-instalação-operação e manutenção dos equipamentos.

Strachman e Avellar (2008) observam que o setor produtor de bens de capital possui um dinamismo relativamente lento, quando comparado com o de outros setores, ou seja, o setor produtor de bens de capital modifica, muito vagarosamente, seus produtos e processos, sendo maduro e conservador, dados os altos valores dos bens fabricados e os

custos de um mau funcionamento deles, sobretudo no caso dos sob encomenda – mais caros e de maior demora para uma eventual reposição.

A indústria de bens de capital tem importância significativa para os demais setores industriais, pois promove o aumento de competitividade dos mesmos, seja pela reposição de máquinas ultrapassadas, seja pela ampliação da capacidade produtiva instalada (AVELLAR, 2008). Porém, esse mesmo aspecto tem impactos significativos na demanda observada nessas indústrias, tendo em vista que sua demanda é dependente dos investimentos dos setores industriais atendidos.

Avellar (2008) destaca a existência de poucos estudos acadêmicos sobre o setor de bens de capital. Na pesquisa bibliográfica desta tese foram encontrados alguns trabalhos, podendo ser agrupados e destacados os seguintes:

- Estudos Econômicos e Estruturais: Resende e Anderson (1999), Duarte (2001), Nassif (2007), Avellar (2008), Arpino (2008), Strachman e Avellar (2008);
- Melhoria Contínua e Medição de Desempenho: Gonzalez (2006), Leal (2009), Mastrantonio (2009);
- Gerenciamento de Projetos: Campanini (2008);
- Gestão da Produção e Logística: Christiano (1994), Gonçalves Filho e Marçola (1996), Russo (1997), Careta e Musetti (2008);
- Sistemas de Informação: Pereira (2005);
- Integração interfuncional: Jugend (2010);
- Processo de Desenvolvimento de Produtos: González (2010), Onoyama (2011).

De um modo geral, esses trabalhos apontam para algumas peculiaridades dessas empresas quando da aplicação de conceitos e técnicas pré-existentes na teoria, demandando alguma adequação para a realidade dos processos e atividades dessas empresas. A exemplo dessas necessidades, Rozenfeld *et al.* (2006, p.508), ao discutir aspectos relacionados à aplicação de seu modelo de referência para o PDP, observam que para o caso de empresas que fabricam bens de capital com estratégia de resposta a demanda ETO, algumas ‘mudanças profundas’ são necessárias em fases do modelo.

Outra classificação também encontrada na literatura para as indústrias que fabricam bens de capital sob encomenda é a chamada *One-of-a-Kind Production* (OKP), caracterizando sua alta variedade de produtos, com pronunciada customização devido a

requisitos específicos de clientes (TU, 1997; HAMERI e NIHTILÄ, 1998; TU *et al.*, 2000; PEREIRA, 2005; HONG *et al.*, 2010).

Dada a importância e heterogeneidade da indústria de bens de capital, muitos estudos precisam ser desenvolvidos no sentido de compreender suas especificidades e desenvolver uma teoria sólida que fundamente o desenvolvimento ou adaptação de diversas ferramentas que possibilitem o aumento de competitividade das empresas que atuam nesta indústria.

2.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Um entendimento básico e preliminar que se faz necessário no estudo dos Sistemas de Produção está relacionado à definição do que é uma organização. Hall (2004, p.30), após algumas considerações sobre as ideias clássicas de Max Weber, Chester Barnard e Karl Marx e também de outros autores contemporâneos, chega a uma definição segundo a qual

uma organização é uma coletividade com uma fronteira relativamente identificável, uma ordem normativa (regras), níveis de autoridade (hierarquia), sistemas de comunicação e sistemas de coordenação entre os membros (procedimentos); essa coletividade existe em uma base relativamente contínua, está inserida em um ambiente e toma parte de atividades que normalmente se encontram relacionadas a um conjunto de metas; as atividades acarretam consequências para os membros da organização, para a própria organização e para a sociedade.

Esse entendimento é necessário devido à complexidade inerente ao assunto, sua importância central concentra-se na ressalva de que o isolamento de alguns aspectos das organizações se faz necessário para um estudo aprofundado, porém não se pode perder de vista o contexto do qual as atividades e processos em estudo fazem parte.

Corroborando com essa linha de pensamento, a respeito da complexidade inerente ao estudo das organizações, Nadler e Tushman (1994, p.29) ressaltam essa complexidade, traçando um paralelo entre a dificuldade de se compreender o comportamento e funcionamento organizacional e o comportamento de indivíduos

compreender o comportamento de um indivíduo é, em si mesmo, um desafio; compreender o comportamento de um grupo constituído de diferentes indivíduos e as muitas relações entre esses indivíduos, é ainda mais complexo. Imaginem, então a perturbadora complexidade de uma grande organização, feita de dezenas de milhares de indivíduos e milhares de grupos, com uma quantidade inumerável de relações entre eles.

Na revisão bibliográfica, apresentada neste capítulo, foi possível observar o conceito e evolução dos Sistemas de Produção, apontando para seus aspectos-chave constituintes e de modo geral como se inter-relacionam. Certa atenção foi dada às classificações existentes e aplicáveis aos Sistemas de Produção, as quais de grande maneira influenciam sua configuração, aspecto fortemente influenciado pelos objetivos de desempenho. A identificação de algumas funções-chave para o negócio é mostrada com base na percepção de alguns autores clássicos da área, mostrando caminhos que podem ser seguidos na busca da melhoria dos Sistemas de Produção. Por fim, algumas considerações sobre a Indústria de Bens de Capital são tecidas de modo a caracterizar o cenário no qual as empresas que serão estudadas atuam.

Características do cenário em que as empresas atuam, notadamente marcado pelo aumento da pressão competitiva e das demandas provenientes do mercado consumidor, observadas na incorporação de novos objetivos de desempenho – aspecto também observado na Indústria de Bens de Capital – são fundamentais e justificam a busca por melhoria de desempenho dos Sistemas de Produção, algo também almejado com a melhoria da integração entre DP e PCP.

3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (DP), PCP E INTEGRAÇÃO

Este capítulo apresenta uma discussão focada nos conceitos centrais do problema de pesquisa desta tese. Inicialmente o Desenvolvimento de Produto (DP) é conceituado, destacando-se alguns conceitos e o contexto no qual esta atividade ocorre no ambiente organizacional. Especial atenção também é dada à caracterização da atividade de Planejamento e Controle da Produção (PCP), a fim de ilustrar sua aplicação e relevância na gestão dos Sistemas de Produção. Por fim, são apresentados alguns conceitos e considerações acerca da integração, priorizando-se a integração interfuncional como forma de se obter excelência operacional na consecução das atividades de um Sistema de Produção.

3.1. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (DP)

3.1.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO

A atividade de Desenvolvimento de Produto consiste no atendimento de requisitos técnicos, operacionais e estatutários e sua conseqüente transposição na forma de conhecimentos explícitos – desenhos, especificações técnicas, instruções, entre outros – os quais carregam a concepção de um produto e permitem sua construção (AMARAL, 2001).

Para Juran e Gryna (1992, p. 4), o DP é uma etapa da espiral de atividades da qualidade “que traduz as necessidades do usuário, descobertas por intermédio de informações de campo, num conjunto de requisitos do projeto do produto para a fabricação”. De outro modo, Deschamps e Nayak (1996, p.12) definem o DP como um “caos bem organizado”, o qual a partir de interações múltiplas resulta na criação de um produto, a fim de atender às necessidades dos clientes e garantir a sobrevivência e o crescimento da organização.

A competitividade de uma companhia é fortemente relacionada ao DP, embora não determinada exclusivamente por esse processo (SILVA, 2001). Reconhece-se na literatura que de 75% a 85% do total dos custos de um produto, durante todo seu ciclo de vida, são determinados nos estágios iniciais do seu projeto (KAPLAN e COOPER, 1998; SILVA, 2001). Desta forma, é possível constatar que o DP tem importância fundamental no contexto empresarial, pois, se bem conceituado e estruturado, possibilita uma grande oportunidade de vantagem competitiva, tendo em vista o atendimento ou superação das expectativas do cliente e melhoria das condições de manufatura e lucratividade.

Ozires Silva, comentarista do Jornal Gazeta Mercantil e um dos grandes idealizadores da Embraer, destaca que “no mundo moderno tudo vem do conhecimento. Os

produtos que estão no mercado, à disposição de bilhões de pessoas em todo o planeta, ganham valor a cada passo e se distanciam das matérias-primas que os criaram” (GAZETA MERCANTIL, 2009). Este mesmo autor salienta que produtos novos continuam a chegar às mãos dos consumidores numa escala e numa frequência difícil de prever a poucos anos, sempre trazendo algo de novo.

Incorporando a abordagem da gestão por processos, a atividade de DP passou a ser entendida como um processo e denominada pelos autores como Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Esse novo entendimento sobre o DP alinha-se à definição de Processos de Negócio (PN), segundo a qual um PN constitui-se de um conjunto de atividades realizadas em uma sequência lógica, que toma um *input*, adiciona valor a ele e fornece um *output* a um cliente específico, seja ele interno ou externo, utilizando recursos e a organização da empresa (ROZENFELD, 1999; GONÇALVES, 2000). Gonçalves (2000, p.7) destaca que “todo trabalho importante realizado nas empresas faz parte de algum processo”, salientando que “não existe um produto ou serviço oferecido por uma empresa sem um processo empresarial”.

Alinhado a esta perspectiva, Silva (2001) apresenta duas concepções para o PDP: tradicional e moderna. A concepção tradicional do PDP tem como fundamento a especialização funcional, legado da abordagem mecanicista de Frederick Taylor, Henri Fayol e Henry Ford, a qual utiliza a especialização como meio de obter eficiência nos processos organizacionais e a realização das tarefas de maneira sequencial. Já a concepção moderna, fundamenta-se em estruturas e formas de trabalho mais flexíveis e simultaneidade na execução das tarefas, tem foco no resultado e traz contribuições diretas ao PDP.

Para Torres Júnior e Miyake (2003), o PDP pode ser entendido como um processo essencialmente intensivo em decisões. Esses autores destacam que diversos trabalhos e estudos têm sido desenvolvidos sobre a gestão do PDP, tendo em vista o pensamento corrente e amplamente aceito de que o PDP é central para o esforço de criação e sustentação da vantagem competitiva. Porém, apesar desta reconhecida importância creditada ao PDP, a partir da análise da literatura sobre o tema, eles observam que em muitas empresas predominam ações do tipo ‘apagar incêndios’, ou seja, ações caracterizadas pela alocação não prevista de projetistas e/ou outros recursos para consertar problemas descobertos tardiamente no desenvolvimento.

Mano e Toledo (2005), ao realizar um estudo na indústria de máquinas agrícolas brasileira, destacam que uma característica marcante no setor é a falta de gestão no desenvolvimento de novos produtos, ocasionada por deficiências na capacitação técnica e

gerencial. Segundo os autores, este aspecto, somado a outros que foram levantados no estudo, afetam de forma negativa a competitividade destas empresas.

Clark e Wheelwright (1993) apontam para a existência de muitos elementos necessários para o sucesso da gestão do DP, entre os quais podem ser destacados: o acesso à tecnologia, a compreensão dos requisitos do cliente, conhecimento e especialização sobre os conceitos-chave do produto. Os autores destacam, que por si só, estes elementos não são suficientes para se obter excelência no DP, daí a necessidade de se promover a integração com as demais áreas funcionais da organização como forma de potencializar os resultados do DP.

3.1.2. AS ATIVIDADES E INTERFACES DO DP NA ORGANIZAÇÃO

Devido à abrangência de suas atividades, observa-se um elevado número de interfaces entre o DP e as demais funções-chave de uma organização.

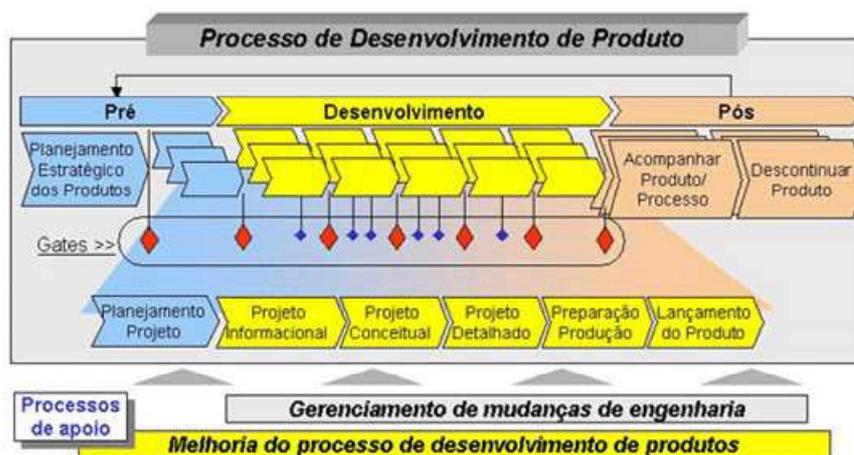
Rozenfeld *et al.* (2006) apresentam um modelo de referência que consolida o corpo de conhecimentos relacionados à gestão do DP, oferecendo um *framework* que pode ser adotado pelas empresas que almejam a organização e melhoria do processo. Com base em uma perspectiva integrada e multifuncional, este modelo parte das diretrizes estratégicas da organização e se estende ao longo do ciclo de vida do produto, salientando atividades e interfaces relevantes do PDP.

Torres Júnior e Miyake (2003) observam que é crescente a necessidade de efetivamente se estruturar e implementar uma sistemática de melhoramento contínuo do PDP a fim de evitar problemas crônicos observados no PDP de algumas empresas, entre os quais: a) falta de tempo para resolução de problemas; b) desenvolvimento de soluções incompletas; c) problemas repetitivos multiplicando-se; d) importância substituída pela urgência; e) problemas transformados em crises; f) queda no desempenho.

A figura 5 mostra uma visão geral do modelo de referência proposto por Rozenfeld *et al.* (2006).

A partir da análise da figura 5, observa-se que o modelo encontra-se estruturado em três macrofases (Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento), as quais são subdivididas em fases e atividades, destacando-se dois processos de apoio (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Figura 5: Visão geral do Modelo de referência para gestão do PDP.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

Na macrofase de Pré-Desenvolvimento, as principais atividades do PDP estão relacionadas ao Planejamento Estratégico dos Produtos e ao Planejamento do Projeto – gerenciamento e seleção das opções de produtos a serem desenvolvidos, os quais apresentem maiores chances de sucesso em seus respectivos mercados e estejam alinhados ao direcionamento estratégico da organização. Nesta ocasião, interfaces relevantes são manifestadas entre DP, Planejamento Estratégico, Pesquisa e Desenvolvimento e *Marketing* (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Na macrofase seguinte, Desenvolvimento, cinco fases são observadas: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para Produção e Lançamento do Produto. Estas fases contemplam atividades que levam à geração das informações técnicas detalhadas, de produção e comerciais relacionadas com o produto, assim como informações e treinamentos para suporte técnico e providências relacionadas à obtenção dos recursos necessários para produção e comercialização do produto. Como exemplo, na fase de Projeto Informacional são criadas as especificações-meta do futuro produto, compostas pelos requisitos e pelas informações qualitativas, as quais devem ser atendidas ao final do Desenvolvimento. Com relação às interfaces relevantes entre o DP e as demais funções organizacionais, nesta macrofase, destacam-se no início aquelas com as áreas Comercial e *Marketing*, passando por Finanças e Custos e ao final, notadamente, com a área de Produção/Manufatura (ROZENFELD *et al.*, 2006).

A macrofase de Pós-Desenvolvimento é apresentada como um dos diferenciais da abordagem proposta no modelo de referência de Rozenfeld *et al.* (2006), quando comparada às publicações mais tradicionais da área, tendo em vista que o DP se encerrava

com a conclusão das atividades previstas na macrofase de Desenvolvimento. Segundo esses autores, essa visão fazia com que as empresas desperdiçassem uma série de conhecimentos adquiridos durante a produção e comercialização do produto. As principais atividades executadas nessa macrofase estão relacionadas ao acompanhamento do produto e de seu processo de produção e daquelas atividades relacionadas à descontinuação do produto – resultando na sua retirada do mercado, momento no qual uma série de requisitos ambientais podem ser considerados. As interfaces mais significativas do DP concentram-se com as áreas de Produção e Assistência Técnica e envolvem o gerenciamento das mudanças de engenharia e aspectos relacionados à melhoria do produto e do PDP (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Em relação aos dois processos de apoio relacionados ao PDP (Gerenciamento de Mudanças de Engenharia e Melhoria do PDP), Rozenfeld *et al.* (2006) observam que estes processos são acionados quando há a necessidade de se resolver problemas ou aproveitar oportunidades.

O Gerenciamento de Mudanças de Engenharia (mais conhecido como ECM – *Engineering Change Management*) é aplicado quando são realizadas mudanças no produto ou no seu processo de fabricação que resultam em atualizações de suas informações (desenhos, especificações de material etc.). Este processo tem fundamental importância, pois suporta o gerenciamento da configuração do produto (“conjunto de todas as informações relacionadas ao produto”), mantendo atualizadas as informações que permitirão a obtenção e manutenção do produto ao longo de seu ciclo de vida (ROZENFELD *et al.*, 2006, p.458).

O processo de apoio referente à Melhoria do PDP diz respeito à realização de atividades que não estão diretamente relacionadas a mudanças ou alterações no produto ou no seu processo de fabricação, são ações voltadas para obtenção de melhores resultados no DP (redução de tempo, melhoria do compartilhamento de informações entre a equipe de desenvolvimento, redução de custos).

Segundo Torres Júnior e Miyake (2003), pensar na aplicação das técnicas e ferramentas de melhoria contínua do PDP é um tema polêmico tendo em vista que para muitos o PDP é visto como um processo bastante complexo, único e não passível de padronização.

Porém, como demonstra o próprio modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), apesar de não objetivar a padronização do PDP, sua estruturação, tendo como base um modelo de referência, permite uma gestão mais consistente do DP, assim como a exploração mais eficaz de suas interfaces com as demais áreas funcionais da organização ao longo do ciclo de vida do produto.

Porém, para o caso das empresas objeto de estudo desta tese, as quais atuam em ambiente ETO, particularidades dos processos e especificidades dos produtos, demandam alterações profundas no modelo de PDP ora apresentado, conforme destacado por Rozenfeld *et al.* (2006) e a caracterização das empresas objeto de estudo apresentada no trabalho de campo. Neste sentido, esforços de pesquisa são necessários para a construção de um modelo de referência adequado para o processo de negócio em ambiente ETO.

3.1.3. INTEGRAÇÃO, EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA E O DP

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006, p.31), a integração entre as áreas funcionais da empresa “permite a prevenção e a resolução antecipada de problemas por meio da colaboração e da troca de informações em todas as fases do desenvolvimento”, facilitando, ainda, a abordagem de questões do projeto relativas a interfaces entre os departamentos da empresa – afetando positivamente o desempenho do PDP.

Scheer (1998 *apud* ¹ ZANCUL, 2000) apresenta uma discussão sobre as implicações do desenvolvimento sequencial de produtos (PDP conforme abordagem tradicional, discutida anteriormente), ressaltando os impactos advindos do isolamento entre os departamentos e a fragmentação dos dados do produto. Conforme ilustrado na figura 6, onde BD ‘N’ representam os respectivos bancos de dados das áreas atuando de maneira fragmentada. Nestas situações, diversas sinergias deixam de ser exploradas, ocorrendo também retrabalhos e tomadas de decisões não suportadas por dados e informações já existentes na organização.

Figura 6: Representação do processo sequencial de DP.



Fonte: Adaptado de ZANCUL (2000)

Davenport (1994) relata o distanciamento entre projeto e fabricação ao apresentar os resultados de um estudo sobre a integração dessas áreas realizado em empresas

¹ SCHEER, A. W. *Business process engineering: reference models for industrial enterprises*, Heidelberg, Springer-Verlag, 1998.

que foram bem sucedidas na implementação de equipes interfuncionais, demonstrado pela tendência de reação dos engenheiros de fabricação às propostas apresentadas pelos engenheiros de projeto.

Costa *et al.* (2008) destacam que para obter eficiência e efetividade no DP a literatura indica dois caminhos possíveis: 1. A adoção de modelos de referência; 2. A implementação de ferramentas que possam suportar este processo.

É neste último ponto que a evolução da tecnologia apresenta papel de destaque. São várias as ferramentas e recursos disponíveis para o auxílio à gestão e consecução das atividades do DP.

Em função da complexidade e grande volume de dados que emergem do DP, predominam as ferramentas suportadas por tecnologia de informação. Exemplos destas ferramentas são os sistemas *Product Data Management* (PDM), as ferramentas CAD/CAE, diversas ferramentas voltadas ao gerenciamento de projetos, alguns módulos de sistemas integrados de gestão, entre outros. Ambos com finalidades específicas e contribuições significativas para o auxílio no DP, a fim possibilitar o compartilhamento de informações e processos de comunicação efetivos entre os agentes que atuam ou demandam informações do DP (TONIOLI, 2003; KUMAR e MIDHA, 2004).

Davenport (1994), ao discutir os principais habilitadores da engenharia simultânea, destaca as ferramentas do projeto de engenharia auxiliado por computador (CAD/CAE) e as equipes interfuncionais como elementos-chave, além da integração interfuncional. Este mesmo autor destaca que estações CAD/CAE, *softwares* e redes fornecem um suporte à rápida criação e modificação de projetos e facilitam a comunicação entre distintos agentes interessados.

Davenport (1994, p.266) ressalta, em relação ao uso das ferramentas CAD/CAE, que “apesar de certos problemas técnicos, como por exemplo, no compartilhamento de projetos entre engenharia e a fabricação, as barreiras mais sérias à utilização estão relacionadas com a má integração entre os setores”. O autor adverte que “esperar que os sistemas CAD proporcionem tais benefícios sem uma orientação explícita de mudança de processo é pouco realista”.

Outra vertente de integração que pode ser explorada em relação ao DP, diz respeito à integração com agentes externos à organização (clientes, fornecedores e detentores de tecnologia). Exemplos a esse respeito podem ser observados nos trabalhos de Amaral (1997), Onoyama *et al.* (2008) e González (2010).

Desta forma, fica evidente a importância da integração no DP, seja entre as áreas funcionais ou agentes externos à organização, a fim de potencializar os resultados associados a um novo produto, assim como da importância de se explorar diversos recursos e ferramentas, advindos com o avanço tecnológico na melhoria do processo.

3.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

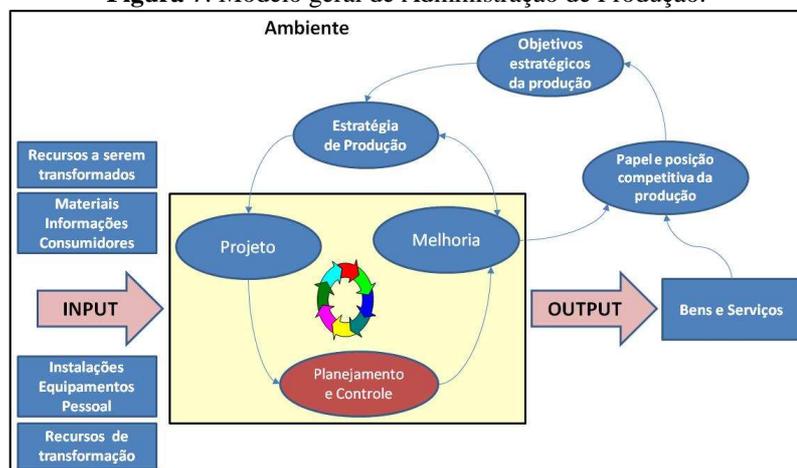
3.2.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DO PCP

O PCP é uma das atividades da Administração da Produção, que consiste no estabelecimento de um plano operacional, preocupando-se em gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores operando continuamente (SLACK *et al.*, 2002). De outro modo, Burbidge (1981, p.21) expressa que o PCP “é a função da administração relacionada com o planejamento, direção e controle do suprimento de materiais e das atividades de processo em uma empresa”.

De acordo com Zaccarelli (1986, p.1), a atividade de PCP “consiste essencialmente em um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa”. Para Vollmann *et al.* (1997), o PCP provê informações para a administração eficiente do fluxo de materiais, para a efetiva utilização das pessoas e equipamentos disponíveis, para a coordenação das atividades internas com a dos fornecedores externos e para uma comunicação efetiva entre as necessidades do mercado consumidor e o sistema produtivo.

Slack *et al.* (2002) propõem um modelo geral de administração da produção no qual é possível observar o posicionamento do PCP, assim como as inter-relações deste com algumas atividades e os objetivos estratégicos da produção no processo de geração de bens e serviços. Este modelo geral é mostrado na Figura 7.

Figura 7: Modelo geral de Administração de Produção.



Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2002)

Bonney (2000) observa que o PCP tem sido solicitado a responder tanto mudanças internas ocorridas nas organizações, quanto mudanças externas, provenientes do ambiente no qual as empresas estão inseridas, sendo necessárias respostas rápidas, melhor controle dos recursos e melhor desempenho nas entregas. Esses desafios tornam preponderante o papel desta função organizacional para o cumprimento dos objetivos do Sistema de Produção.

Uma representação comum do PCP inclui as seguintes características (BONNEY, 2000):

- a) uma hierarquia de planos detalhados progressivamente;
- b) comunicação adequada, permitindo que os planos alcancem as pessoas devidas no momento oportuno;
- c) *feedback* que fornece informações sobre o desempenho das atividades, possibilitando o acompanhamento dos planos e a tomada de ações corretivas.

Para Bonney (2000), o PCP é uma atividade bastante complexa em virtude das diversas incertezas e elementos inerentes às operações de manufatura (questões relacionadas à qualidade das entradas do Sistema de Produção; aspectos de manufaturabilidade dos produtos - complexidade dos projetos; *layout* fabril; incertezas associadas à demanda, entre outros).

Nos últimos anos a complexidade relacionada à execução do PCP tem aumentado significativamente em função da mudança do enfoque de controle de plantas individuais para a coordenação de cadeias de suprimentos completas, havendo uma agregação de atividades relacionadas à Logística Empresarial a fim de cumprir esse novo escopo de atuação (BONNEY, 2000; VOLLMANN *et al.*, 2006). Aspecto também intensificado pela dispersão geográfica de unidades produtivas engajadas na fabricação de componentes e partes de um mesmo produto.

Deste modo é possível constatar a importância do papel do PCP nas organizações de manufatura, destacando-se sua atuação como elemento de coordenação das áreas funcionais para o cumprimento dos planos operacionais, aspecto operacionalizado por meio de suas atividades e interfaces com as demais áreas funcionais da organização.

3.2.2. AS ATIVIDADES E INTERFACES DO PCP NA ORGANIZAÇÃO

Ao se estudar as atividades do PCP é comum sua segmentação em atividades relacionadas ao Planejamento da Produção (PP) e ao Controle da Produção (CP). Nesta perspectiva, o objetivo principal do PP é conseguir a compatibilização entre demanda e capacidade no médio prazo (geralmente entre 3 meses e 2 anos), enquanto que o objetivo

principal do CP é regular o fluxo de materiais no curto prazo (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010).

A partir da análise do trabalho de alguns autores (BURBIDGE, 1990; VOLLMANN *et al.* 1997; SLACK *et al.*, 2002; FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010), observa-se que independentemente do sistema produtivo, da tecnologia empregada no processo e da forma empregada para administrar a produção, existem algumas atividades que são inerentes à realização do PCP. Estas atividades são apresentadas no quadro 5 já elencadas de acordo com sua alocação no PP e CP.

Quadro 5: Atividades do PCP

PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO (PP)	CONTROLE DA PRODUÇÃO (CP)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Previsão de demanda ✓ Planejamento agregado ✓ Planejamento da capacidade ✓ Planejamento desagregado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programação mestre ✓ Análise de capacidade ✓ Coordenação de ordens de compra e produção ✓ Controle de estoques ✓ Controle de chão de fábrica <ul style="list-style-type: none"> ○ Liberação de ordens ○ Programação de operações ○ Apontamento de produção

Fonte: Elaborado a partir de Fernandes e Godinho Filho (2010)

Sprakel e Severiano Filho (1999) observam que o PCP tem duas finalidades cruciais: 1. Atuar sobre os meios de produção para aumentar sua eficiência; 2. Cuidar para que os objetivos de produção sejam plenamente alcançados (eficácia).

Aspecto importante ao se tratar da importância relativa entre as atividades do PCP nas organizações são as Estratégias de Resposta à Demanda (ERD). Segundo Marçola (2000, p.24), a ERD “define como a manufatura irá responder à demanda, especialmente em termos temporal”. Este autor salienta que cada categoria de ERD deve ser aplicada a produtos e situações específicas e para ter sucesso deve estar apropriadamente combinada com as características dos produtos e aspectos de competitividade temporal do mercado.

Uma classificação bastante detalhada das ERD pode ser encontrada em Fernandes e Godinho Filho (2010), os quais apresentam seis ERD que podem ser adotadas em um Sistema de Produção, as quais são:

- Produção para estoque com base em previsão de demanda (*Make to Stock – MTS*);
- Produção para estoque com base em uma rápida reposição de estoque (*Quick response to stock – QRTS*)
- Montagem sob Encomenda (*Assemble to Order – ATO*);

- Produção sob Encomenda (*Make to Order* – MTO);
- Recursos insumos sob encomenda (*Resources to Order* – RTO);
- Engenharia/Projeto sob Encomenda (*Engineering to Order* – ETO).

A exemplo da importância relativa das atividades de PCP é possível observar que Sistemas de Produção que atuam adotando a ERD MTS a previsão de demanda é uma das atividades fundamentais para execução do PCP, havendo grande aplicação e uso de ferramentas estatísticas para composição da previsão – a qual subsidiará uma série de decisões. Já em casos da adoção da ERD ETO, grande ênfase é dada ao planejamento de capacidade, dimensionando-se a produção para o atendimento das encomendas (pedidos firmes de clientes) e previsões de demanda provenientes de cotações e prospecções de mercado da área comercial.

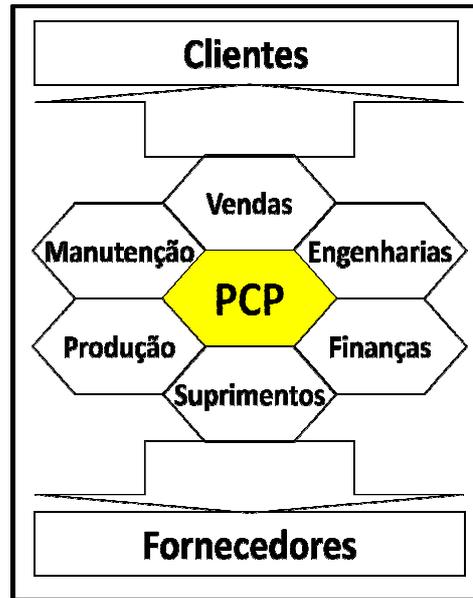
Pires (1995) destaca o fato de que com a adoção da ERD ETO os produtos são altamente customizados e o nível de interação com os clientes é muito grande.

Fernandes e Godinho Filho (2010) observam que o tempo de resposta (tempo que o cliente vai esperar entre colocar um pedido e recebê-lo) é função dos *lead times*, que, por sua vez, são determinados de acordo com a ERD adotada. Por exemplo, se um Sistema de Produção adota a ERD ETO, seu tempo de resposta será uma soma dos *lead times* de projeto, de suprimento de materiais, de fabricação de componentes, montagem e distribuição. Enquanto que, adotando a ERD MTS, o tempo de resposta é composto apenas do *lead time* de distribuição.

Moreira (1993, p.12) observa que em processos que atendem a demanda por encomenda, “as operações são ligadas a um cliente em particular com o qual se discute o preço e o prazo de entrega”, nesta situação, uma medida chave de desempenho é o prazo de entrega.

Em relação às interfaces do PCP com as demais áreas funcionais, observa-se, também, uma grande influência da ERD adotada no grau de interação entre as áreas. A figura 8 mostra algumas das principais dentre estas interfaces.

Figura 8: Interfaces do PCP com algumas áreas funcionais.



Fonte: Adaptado de Tecmaran (2010)

A exemplo destas interfaces, com Vendas predominam interações referentes à obtenção de dados históricos de vendas no caso da adoção da ERD MTS, porém quando da adoção da ERD ETO, predomina a passagem de ordens de vendas, discussões sobre cotações em andamento e a obtenção de informações para composição de prazos de entrega.

Outra forma de visualização da interface do PCP com as demais áreas funcionais é mostrada no quadro 6, destacando-se os principais dados de entrada que suportam as atividades de PP e CP, assim como as saídas principais geradas por estas atividades.

Quadro 6: Dados, Interfaces e Atividades do PCP

Dados de Entrada (ÁREA DE INTERFACE)	<ul style="list-style-type: none"> •Dados de Demanda •Pedidos de Vendas (VENDAS) •Listas de Materiais (ENG. PROCESSOS) •Desenhos •Modificações de Projeto (ENG. PRODUTO) 	<ul style="list-style-type: none"> •Processos de Fabricação •Roteiros de Fabricação (ENG. PROCESSOS) •Leadtimes de compras (SUPRIMENTOS) 	<ul style="list-style-type: none"> •Índices de refugo (QUALIDADE) •Disponibilidade e confiabilidades dos equipamentos (MANUTENÇÃO)
<i>Atividades do PP</i>	Detalhamento progressivo de planos operacionais de longo e médio prazo		
<i>Saídas do PP</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Ordens de Fabricação (PRODUÇÃO) 	<ul style="list-style-type: none"> •Requisições de Compra (SUPRIMENTOS) 	
<i>Atividades do CP</i>	Coordenação e regulagem do fluxo de materiais no curto prazo		
<i>Saídas do CP</i>	Informações sobre o <i>status</i> de realização dos planos e ações corretivas		

Fonte: Elaboração própria

Em função do elevado volume de informações e interações para a realização do PCP nas organizações, muitas ferramentas que suportam suas atividades demandam a

utilização de recursos tecnológicos, notadamente da tecnologia da informação. Neste sentido, uma breve explanação sobre a evolução da tecnologia e sua inserção para auxílio nas atividades que suportam o PCP é apresentada na seção 3.2.3.

3.2.3. A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA, INTEGRAÇÃO E O PCP

Diversas mudanças decorrentes do ambiente empresarial levaram as empresas a buscarem nos avanços da tecnologia formas de responder às novas demandas (melhoria no projeto de processos, melhoria e rapidez no projeto de produtos, obtenção de informações mais rápida e precisas), almejando redução de custos, aumento da qualidade/produtividade e respostas mais rápidas com conseqüente redução de *lead times* e portanto, de tempo de resposta. Neste cenário encontra-se a aplicação de diversas ferramentas, dentre as quais podem ser citados os *softwares* auxiliados por computador aplicados no projeto de produtos e processos (CAD e CAPP), de transmissão e coleta de dados (CAM e códigos de barras) e outros aplicados diretamente nas atividades de PCP (MRP, MRP II, APS).

O conceito do MRP e sua posterior evolução e incorporação em sistemas informatizados de gestão permitiu a disponibilização de um conjunto de ferramentas para auxílio em algumas das atividades do PCP. Exemplos a este respeito podem ser ilustrados pelas ferramentas para Planejamento de Necessidade de Capacidade (*Capacity Requirements Planning* – CRP), de Planejamento de Recursos Manufatura (MRP II) e de Planejamento de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning* – ERP). Bonney (2000) observa que apesar desses sistemas receberem críticas por conta de sua natureza centralizada, do grande volume e manipulação de dados e da exigência de uma alta precisão dos dados, eles continuam sendo essenciais para as atividades de planejamento e controle.

De um modo geral o que se observa é que dada a complexidade e ao elevado volume de dados e informações que permeiam as atividades de PCP, a incorporação de ferramentas tecnológicas para auxílio à execução das atividades tornou-se uma alternativa viável e grandemente explorada por diversas empresas, porém seus resultados e a qualidade das decisões suportadas por essas ferramentas dependem significativamente da incorporação dos fundamentos e conceitos que direcionam a prática do PCP e uma adequada configuração dos elementos e restrições do Sistema de Produção em parâmetros dessas ferramentas tecnológicas.

Neste contexto, a integração revela-se como fator chave de sucesso para o PCP em virtude das diversas interfaces e interdependências necessárias para a formulação de

planos condizentes com as necessidades organizacionais e recursos disponíveis – aumentando significativamente a viabilidade e aderência dos planos formulados.

Bonney (2000) destaca que as companhias precisam planejar e coordenar todos os estágios funcionais relacionados à disponibilização de um produto desde as etapas iniciais do projeto do produto, passando pela produção, distribuição e serviços pós-venda, atentando ainda para a necessidade da escolha de sistemas que auxiliem esses estágios serem planejados, coordenados e controlados.

Esses aspectos precisam estar alinhados de uma forma estruturada de modo a obter eficiência e eficácia organizacional, respondendo de forma competitiva, integrada e coerente às demandas de mercado.

O PCP, em função da sua natureza dinâmica e do elevado número de interfaces e interações com as demais áreas funcionais, pode ser entendido como um sistema processador de informações que busca facilitar as decisões sobre as várias etapas do processo produtivo. Neste sentido, as demais áreas que interagem com o PCP devem fornecer subsídios para a tomada de decisão e operacionalização dos planos provenientes do PCP – aspectos principais que salientam a importância da integração do PCP com as demais funções organizacionais.

3.3. INTEGRAÇÃO

3.3.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DA INTEGRAÇÃO NO CONTEXTO ORGANIZACIONAL

A palavra integração tem vários campos de aplicação. Sua origem vem do latim *integratione* e refere-se ao ato ou efeito de integrar, tornar algo inteiro; completar-se; juntar-se, tornando-se parte integrante; reunir-se, incorporar-se (FERREIRA, 1975).

Segundo Vernadat (1996), integração significa o agrupamento de componentes heterogêneos de modo a formar um todo sinérgico e mais especificamente, integração empresarial é definida por esse autor como a preocupação em facilitar o fluxo de informações, materiais e o controle, ultrapassando as fronteiras organizacionais e conectando todas as funções necessárias, assim como suas entidades funcionais. O autor destaca que o propósito da integração no campo empresarial é melhorar a comunicação, a cooperação e a coordenação, promovendo ganhos de produtividade, flexibilidade e maior capacidade de gestão em ambientes de mudança.

A questão da integração e sua necessidade tem sido discutida no contexto das organizações há algum tempo e teve um forte impulso na década de 1990 com o advento das ideias da reengenharia de processos e a evolução da tecnologia da informação, inseridos no contexto de intensificação da competição no ambiente empresarial. De acordo com Oztemel e Tekez (2009), as organizações precisam cada vez mais de habilidade para responder às rápidas mudanças do mercado e para tanto, precisam modificar sua cultura e estrutura organizacional de modo a integrar e coordenar seus diferentes componentes.

Segundo Hvolby e Trienekens (2010), nas últimas décadas foram observadas grandes mudanças no ambiente de negócio de diversas indústrias, ocasionadas tanto pelo desenvolvimento tecnológico, quanto pelo grande aumento na capacidade de comunicação, as quais intensificaram a competição em escala mundial. Para atuar em tal cenário, os autores salientam a necessidade das empresas serem mais responsivas e desenvolverem processos mais enxutos e eficientes por meio da adaptação e integração das funções de negócio.

Na década de 1940 iniciavam-se na literatura administrativa alguns estudos que reconheciam a necessidade de um olhar mais abrangente para as organizações. Esses estudos chamavam a atenção para o fato de que as organizações são constituídas de partes inter-relacionadas que conjuntamente afetam o resultado global, dava-se início a ‘Era dos Sistemas’ (CHURCHMAN, 1972; BERTALANFFY, 1977; CHECKLAND, 1993). Diversos estudos, apesar de ainda não usarem o termo, tratavam da necessidade de integração entre os elementos que constituem um sistema.

Para o caso dos Sistemas de Produção, tal necessidade se tornou mais preponderante e viável com a evolução dos fatores competitivos do mercado, o advento das novas tecnologias de informação e evolução das filosofias de gerenciamento.

Neste contexto, a teoria geral dos sistemas surge das limitações do procedimento analítico para a solução de problemas, haja visto que o sistema é mais do que a simples soma das partes, havendo necessidade de se considerar a rede complexa de interações existentes. “A análise dos sistemas trata a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes” (BERTALANFFY, 1977, p.25). Neste sentido, um sistema pode ser definido como “um conjunto de elementos em interação” (BERTALANFFY, 1977, p.62).

Aproveitando as colocações de Bertalanffy (1977), observa-se que do ponto de vista estrutural, uma organização é um todo divisível, porém do ponto de vista funcional ela é um todo indivisível, tendo em vista que algumas de suas propriedades essenciais são perdidas em função de sua decomposição. Davenport (1994) corrobora esta ideia ao destacar que as

atividades empresariais não devem ser vistas em termos de funções, departamentos ou produtos, mas sim de processos-chave.

Lawrence e Lorsch (1973) salientam dois importantes aspectos para o funcionamento das organizações quando consideradas como um sistema:

1. À medida que os sistemas crescem de tamanho, diferenciam-se em partes e o funcionamento destas partes separadas deve ser integrado para que o sistema inteiro seja viável;
2. A adaptação ao que se passa no mundo exterior destaca-se como uma importante função de qualquer sistema.

Esses autores reconhecem que a divisão do trabalho entre os departamentos e a necessidade do esforço unificado conduzem a um estado de diferenciação e integração dentro de qualquer empresa.

A diferenciação pode ser definida como a segmentação das funções organizacionais e do conhecimento especializado, caracterizando-se, também, pelas diferenças de atitudes e comportamento dos indivíduos que fazem parte de determinado grupo funcional. Já a integração, pode ser definida como “a qualidade do estado de colaboração existente entre departamentos necessários para realizar a unidade de esforço de acordo com as exigências do ambiente” (LAWRENCE e LORSCH, 1973, p.27-28).

De acordo com Jugend (2010, p.31), “na área de gestão de operações, o tema integração possui dois enfoques distintos: da área de tecnologia da informação e da organização do trabalho”. O enfoque da tecnologia de informação aborda a questão da integração a partir de mecanismos computacionais que integram diferentes departamentos e processos, enquanto o da organização do trabalho busca formas de aumentar a qualidade da colaboração existente entre os departamentos necessários para a realização dos trabalhos.

A partir da explanação sobre alguns casos práticos, Crosby (1993) demonstra que a integração pode mudar completamente a forma de administrar uma organização na medida em que departamentos e pessoas interagem colaborativamente para a solução de problemas. Nesta mesma perspectiva, o autor ressalta que a forma compartimentalizada com que os negócios eram conduzidos há séculos – fruto da adoção da estrutura funcional – provoca problemas e ineficiências, na medida em que, muitas vezes, trabalha-se nas coisas erradas e falta a comunicação básica. Esse autor destaca que o objetivo da integração é evitar problemas e garantir o sucesso.

A partir de estudos com empresas que atuam em ambientes distintos em termos de ritmos de mudança, Lawrence e Lorsch (1973) observaram que as empresas eficientes

realizavam o grau requerido de integração e colaboração interdepartamental, enquanto as menos eficientes falhavam na realização desta integração e colaboração, apresentando dificuldades em atender às exigências de seu ambiente.

Lawrence e Lorsch (1973, p.6) complementam suas observações, afirmando que “quanto mais diferentes eram os modelos de pensamento e comportamento dos dirigentes em dois departamentos que tinham a obrigação de atuar juntos, mais difícil era para eles realizar um esforço integrado”. Os autores apontam ainda que não há um único e melhor modo de organizar-se para promover a integração interdepartamental, porém a empresa deve concentrar-se nas características de seu negócio que conduzem ao desempenho eficaz, dadas as exigências específicas do ambiente em que atuam.

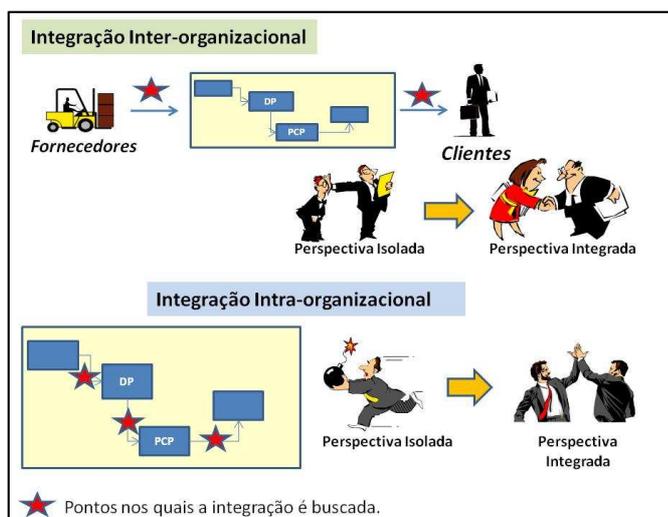
Davenport (1994, p.260) corrobora as ideias sobre a necessidade de integração ao afirmar que “as exigências competitivas e a insistência do cliente de que o desempenho do processo seja tão importante quanto a qualidade e o preço, deram origem a um ambiente no qual os processos devem ser integrados”.

Paiva *et al.* (2011) apontam, como resultados de um *survey* conduzido com 366 empresas brasileiras, que todos os aspectos relacionados à integração da manufatura com as demais funções do negócio influenciam positivamente o crescimento das vendas, destacando, porém, que apenas a integração entre a manufatura e P&D, no que tange ao desenvolvimento de novos produtos, demonstrou relação positiva com o crescimento da rentabilidade do negócio. De outro modo, Martins e Sacomano (1994) apontam a integração como um dos pilares para se promover a mudança do paradigma produtivo adotado em um Sistema de Produção.

3.3.2. TIPOS DE INTEGRAÇÃO NO AMBIENTE ORGANIZACIONAL

Ao tratar do assunto integração, a literatura destaca a existência de dois tipos possíveis: Integração Inter-Organizacional e Integração Intra-Organizacional (também conhecida como Interdepartamental ou Interfuncional).

A integração Inter-Organizacional refere-se à colaboração estabelecida com clientes, fornecedores, detentores de tecnologia e institutos de pesquisa – externos à organização. Já a integração Intra-Organizacional está associada ao compartilhamento de informações e envolvimento entre as funções ou departamentos internos da organização (CLARK e WHEELWRIGHT, 1993; KAHN, 1996; SOBRAL, 2003; ONOYAMA *et al.*, 2008). A figura 9 mostra estes dois tipos de integração, salientando os pontos nos quais a integração é buscada e a transição da perspectiva isolada para a integrada.

Figura 9: Tipos de integração.

Fonte: Andrade, Fernandes e Nantes (2010, p.6)

Vernadat (1996), ao discorrer sobre os tipos de integração, porém com um enfoque mais voltado para integração entre sistemas informatizados, além da integração intra-organizacional e inter-organizacional, lista mais sete tipos possíveis, dos quais quatro são de interesse ao propósito desta tese, conforme mostra o quadro 7. Os outros três tipos, não listados no quadro 7, dizem respeito a aspectos técnicos da integração de sistemas informatizados.

Quadro 7: Tipos de integração

Tipo	Características
Integração solta	Ocorre quando dois sistemas meramente trocam informações, porém sem garantir uma interpretação comum ou coerente da informação compartilhada
Integração completa	Ocorre quando as especificidades de cada um dos sistemas integrados são conhecidas apenas por ele próprio, os sistemas contribuem para uma tarefa comum e os sistemas compartilham as mesmas definições sobre as informações compartilhadas
Integração horizontal	Ocorre quando há a necessidade de integração física e lógica entre dois processos de negócio de modo a interligar demanda e fornecimento de produtos
Integração vertical	Ocorre quando níveis organizacionais diferentes compartilham informações de modo a subsidiar o processo de tomada de decisão

Fonte: Vernadat (1996)

De acordo com Kahn (1996), ao se revisar a literatura sobre integração interdepartamental, três correntes de pensamento podem ser identificadas. A primeira caracteriza a integração interdepartamental como simplesmente a interação ou comunicação relativa às atividades desenvolvidas entre os departamentos. Para a segunda, a caracterização se dá em função da colaboração existente entre os departamentos no desenvolvimento de suas

atividades conjuntas. A terceira corrente adota uma perspectiva multidimensional, caracterizando a integração interdepartamental em função de ambas – interação e colaboração – indicando-se que deve haver o compartilhamento de informações e o envolvimento entre os departamentos.

Dada a recorrência dos termos interação e colaboração na caracterização da integração interdepartamental, suas definições fazem-se necessárias.

Kahn (1996) define interação como algo que representa a natureza estrutural das atividades interdepartamentais, algo que coordena as atividades entre os departamentos. Envolve a realização de reuniões de rotina, teleconferências, o fluxo de documentos padrões, assim como o compartilhamento de informações.

A colaboração é definida como algo não estruturado, envolvendo aspectos afetivos, dependente da vontade, da existência de processos comuns e compartilhados, entendimento e visão comuns, recursos e objetivos compartilhados (KAHN, 1996).

Kahn (1996) salienta que uma distinção complementar reside no fato de que a interação pode ser quantificada e controlada, enquanto a colaboração é algo mais intangível e difícil de controlar.

Na abordagem que caracteriza a integração privilegiando os aspectos da interação, enfatiza-se o uso da comunicação na forma de reuniões e fluxos de informações entre os departamentos como forma de promovê-la. Nesta perspectiva, considera-se a comunicação como componente-chave da integração interdepartamental por meio de mais reuniões e melhores informações promovendo a relação interdepartamental (KAHN, 1996).

Já a abordagem que caracteriza a integração privilegiando os aspectos da colaboração, enfatiza a execução coletiva do trabalho envolvendo o compartilhamento de objetivos como forma de promover a integração interdepartamental (KAHN, 1996).

Alguns parâmetros para se mensurar o nível de integração interdepartamental existente são: nível de comunicação, quantidade de esforços conjuntos, compartilhamento de informações e o nível de envolvimento entre as funções (KAHN, 1996).

A questão central que deriva desta discussão é sobre como promover a integração entre as áreas funcionais do negócio.

3.3.3. ABORDAGENS E PROPOSTAS PARA SE PROMOVER A INTEGRAÇÃO

Rozenfeld (1999, p.8) relata que “de nada adiantaria a melhor estratégia, a melhor organização, os melhores recursos, se não existir um domínio amplo do negócio,

desde o desenvolvimento de seus produtos, até a sua comercialização e produção”, atendendo impreterivelmente um nível satisfatório de integração entre as atividades no contexto organizacional.

De acordo com Lawrence e Lorsch (1973), a relação entre os membros da empresa é também influenciada pela natureza do trabalho que é executado, pelas relações formais, recompensas e controles, e pelas ideias existentes na empresa sobre como os indivíduos devem se comportar. Esta colocação dos autores demonstra a necessidade de que a integração seja uma das diretrizes administrativas ressaltadas na organização.

Para Cardoso e Miyake (2004), a análise da interface entre as funções é de fundamental importância para que as responsabilidades sejam definidas e os conhecimentos direcionados de modo a promover a integração funcional. Os autores sugerem que a reorganização da empresa com o propósito de racionalizar os fluxos de informação e materiais é um passo importante para se promover a integração.

Segundo Lawrence e Lorsch (1973), os primeiros teóricos que estudaram os aspectos relacionados à diferenciação e integração nas organizações tinham a ideia de que a integração se realizasse mediante um processo inteiramente racional e mecânico, ou seja, se a tarefa total da organização fosse dividida de acordo com certos princípios, a integração seria atendida expedindo-se ordens ao longo da hierarquia administrativa. Porém, a partir de estudos, foi possível constatar que a efetiva integração se dá por meio da resolução de conflitos que surgem devido a pontos de vistas sustentados por especialistas funcionais. Ou seja, o papel das pessoas é crucial no que tange à integração no contexto empresarial.

Lawrence e Lorsch (1973) relatam ainda que em muitas organizações, estabelecem-se comitês, equipes integrantes ou são designados integradores individuais para facilitar a colaboração entre departamentos funcionais. Outras formas para promover a integração que esses autores observaram foi o controle de rotina, os processos de fixação de um roteiro de trabalho e em alguns casos atividades integradoras são realizadas fora dos canais oficiais por administradores individuais.

De acordo com Mano e Toledo (2005) o fato de muitas empresas adotarem uma estrutura organizacional funcional, na qual a experiência das pessoas e suas carreiras estão enraizadas nas suas funções, converte-se em um desafio para que ocorra a integração interdepartamental. Além disso, esses autores salientam que esta integração é frequentemente limitada pelo grau de comunicação e coordenação das atividades conjuntas entre as funções.

Clark e Wheelwright (1993) elencam o modelo de comunicação adotado pela empresa como fator preponderante para a promoção da integração interdepartamental. Estes

autores, ao estudarem aspectos relacionados à integração interdepartamental no PDP, apontam quatro modos distintos de se realizar a interação entre as funções organizacionais: comunicação em série por batelada, comunicação precoce por batelada, envolvimento precoce e resolução integrada de problemas.

A própria estratégia da empresa pode ser encarada como uma abordagem para se promover a integração no contexto organizacional. A definição de Estratégia Empresarial como forma deliberada de direcionar ações de diferentes áreas, coordenar pessoas e utilizar recursos nos respectivos níveis hierárquicos de modo que contribuam para um objetivo único [da organização], mesmo trabalhando de forma dispersa [diversas áreas, em situações de conflito de objetivos], demonstra de forma sutil sua interação com as questões relacionadas à integração (MELO, 1995; CHASE *et al.*, 2006).

Ao estudar aspectos relacionados à integração na cadeia de suprimentos, van Eck (2003) destaca que é possível distinguir quatro formas de se promover a integração:

1. Integração física;
2. Integração da informação;
3. Integração de controles de gestão;
4. Integração Organizacional.

Segundo este autor, a necessidade de maior eficiência e responsividade são fatores que incrementam a necessidade de integração, suportada pelo desenvolvimento da tecnologia de informação.

Também com foco de estudo na integração na cadeia de suprimentos, Hvolby e Trienekens (2010) destacam que para se obter os benefícios da integração faz-se necessária a combinação entre novas tecnologias, mudanças organizacionais e comportamentais. Segundo estes autores, alguns desafios precisam ser superados, dentre os quais: a falta de confiança e a indisposição para se compartilhar informações; a baixa qualidade dos dados e informações; a extrema segmentação funcional das atividades e funções provocando perda da visão do processo.

Hvolby e Trienekens (2010) listam como elementos-chave para promover a integração o compartilhamento de informações, a coordenação dos fluxos de trabalho e o planejamento sincronizado. Para os autores, ambientes que consigam operacionalizar esses elementos-chave têm como benefícios respostas mais rápidas às demandas do mercado, otimização da utilização de capacidade, ganhos de eficiência e acuracidade, assim como menores custos.

Shapiro (1977), ao estudar a interação entre as funções de *Marketing* e Produção, identificou alguns motivos que levam à existência de conflitos entre as áreas, dificultando sua integração, entre eles: a) avaliação e reconhecimento entre as funções; b) complexidade inerente à interface; c) orientação e experiência dos profissionais; d) diferenças culturais. Para gerenciar e minimizar tais conflitos, esse autor recomenda a definição de políticas claras, mudança nos indicadores de desempenho e a promoção do relacionamento interfuncional.

Carvalho e Toledo (2008), ao relatar os resultados de um estudo de caso em uma empresa de produtos da linha branca, apontam para um nível de integração regular entre DP e Produção devido a deficiências relacionadas à abertura de informações, definição conjunta de metas, confiança mútua, concordância com decisões tomadas e compartilhamento de conhecimentos. Esses autores destacam a formação de equipes multifuncionais e o intercâmbio de pessoas como uma forma de amenizar tais deficiências observadas na integração destas duas áreas.

Uma vasta discussão sobre visão por processos e gestão por processos é encontrada na literatura como forma de melhorar a interação entre atividades, pessoas e áreas de uma organização, almejando sua adequada integração e coordenação. Segundo Silva (2001), as primeiras menções acerca da gestão por processos datam da década de 1980. Para Meyer (1994), gestão por processos é um conjunto de técnicas metodologicamente utilizadas para monitorar e melhorar continuamente os processos-chave de uma organização, de forma a contribuir significativamente para o seu desempenho.

Para Davenport (1994), um processo exige uma acentuada ênfase na maneira como o trabalho é realizado na organização, exigindo uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, determinando claramente começo, fim, *inputs* e *outputs*, de modo a coordenar a ação.

A visão por processos deve prover uma forma dinâmica de se enxergar a maneira como a organização produz valor, diferentemente da visão hierárquica que, no geral, é fragmentada e estanque, determinando apenas responsabilidades e relações de subordinação (DAVENPORT, 1994; CARPINETTI *et al.*, 2003).

Davenport (1994) relata que a melhoria e administração de processos vêm caracterizando a cultura de algumas empresas japonesas há décadas e permitiu que diversas delas desenvolvessem processos rápidos e eficientes em áreas-chave como desenvolvimento de produto, logística, vendas e *marketing*.

Para FNQ (2006), a abordagem por processos é uma forma da organização obter pleno domínio dos recursos empregados, previsibilidade dos resultados, melhoria de desempenho e proceder à implantação sistemática de inovações.

Os adeptos da reengenharia de processos destacam que ela pode promover a melhoria da coordenação e administração das interdependências funcionais, exemplificando que a melhor coordenação da fábrica com os departamentos de *marketing* e vendas, pode, por exemplo, permitir que a empresa fabrique apenas aquilo que os clientes irão realmente comprar (DAVENPORT, 1994; HAMMER e CHAMPY, 1994).

Davenport (1994) salienta que para se alcançar um elevado grau de interdependência entre as funções organizacionais é preciso a adoção de uma visão de processo da organização que facilite a implementação de soluções gerais e a disposição de buscar inovações nos processos.

Para Morris e Brandon (1994), descobrir as fronteiras dos processos de trabalho pode ser uma tarefa difícil se a administração estiver inclinada a perceber a corporação em termos de sua estrutura organizacional. Isto ocorre, pois a maioria dos processos empresariais cruza muitas linhas organizacionais.

Esses autores apontam que “é mais fácil descrever a organização do que os processos de trabalho de qualquer empresa” e isto “ocorre por que os quadros organizacionais são simples, ao passo que os gráficos de processos de trabalho são complexos” (MORRIS e BRANDON, 1994, p.47).

Para Morris e Brandon (1994) os processos tornaram-se alvos atraentes para melhoria das organizações e sua melhoria pode trazer ganhos relacionados à qualidade, custo, eficiência operacional, nível de serviço e resposta ao cliente e vantagem competitiva. Alerta-se, ainda, para o fato de que a tecnologia apoia diretamente o processo, de forma que a melhoria do mesmo é a maneira mais recomendável para tirar proveito das novas tecnologias.

Ponto comum entre os autores que tratam do tema é o fato de que as atividades desenvolvidas na organização devem possuir um nível de integração adequado, pois seus resultados e objetivos são interdependentes e visam o funcionamento eficaz e eficiente da organização.

Melo (1995) observa que quanto maior a empresa, mais difícil se torna o gerenciamento das interfaces funcionais, tendo em vista o aumento do número de pessoas envolvidas e das interações necessárias para condução das atividades.

3.3.4. A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA E A INTEGRAÇÃO

Fernandes (1991) destaca que o desenvolvimento da tecnologia de informação, tornou o computador um elemento catalizador da integração das funções desempenhadas no sistema fabril. Exemplos de sua aplicação podem ser observados na integração do projeto do produto com o planejamento do processo, deste último com o gerenciamento da produção, entre outras.

Ao tratar do assunto Manufatura Integrada por Computador, com a correspondente sigla em inglês CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), Rozenfeld (1999) destaca que num primeiro momento a ênfase estava na letra "C" de Computador, ou de uma forma mais ampla, Tecnologia de Informação, tendo como exemplo disto a utilização do processamento de dados eletrônicos e o fluxo de informações auxiliado por computador em todos os setores da empresa. Posteriormente, numa visão mais contemporânea, a ênfase migrou para o "I" de Integração, posicionando o "C" a um segundo plano, como potencializador da integração e por fim, a letra "M" da sigla refere-se ao domínio do negócio, um aspecto essencial quando se almeja uma abordagem integrada dos processos.

Morris e Brandon (1994) apontam a tecnologia como elemento chave para a eficiência do processo empresarial e suas possibilidades de oferecer contribuições são mostradas no quadro 8.

Quadro 8 – Contribuições que a tecnologia pode oferecer nos processos empresariais

Aspecto	Contribuição
Aumento da velocidade	A tecnologia pode ser usada para realizar atividades de forma mais rápida do que uma pessoa, podendo também reduzir o tempo transcorrido no caminho crítico de um processo
Armazenagem e recuperação	A tecnologia pode armazenar informações e recuperá-las com rapidez
Comunicação	A tecnologia pode movimentar dados e informações de um ponto do processo a outro de maneira instantânea de variadas formas
Controle das tarefas	A tecnologia pode auxiliar na eliminação de erros e na aprimoração de processos técnicos e de escritório
Monitoramento	A tecnologia pode comparar aquilo que está sendo feito com uma série de padrões enquanto o processo está sendo executado e depois
Apoio à tomada de decisões	A tecnologia pode ser utilizada para tratar um grande volume de dados e informações de modo a tornar o processo de decisão mais fácil ou até mesmo automatizá-lo

Fonte: Morris e Brandon (1994, p.239-240)

Fernandes (1991) observa que nos sistemas convencionais de manufatura a falta de dados confiáveis e atualizados torna-se um problema para a tomada de decisão, já nos CIMs, devido à centralização de informações nas bases de dados e a alimentação de dados em tempo real, a tomada de decisão pode ser melhor subsidiada.

Fernandes (1991, p.7) ressalta que quanto mais a tecnologia de automação estiver presente nos CIMs, mais há a necessidade de se obter integração entre os cinco componentes do sistema (*hardware, software*, gerenciamento da base de dados, tecnologia de comunicação e recursos humanos), a fim de obter resultados compensadores.

Alinhada a esta mesma perspectiva, Gutierrez (2010) relata que cada vez mais as companhias têm buscado melhores resultados em seus processos por meio da informatização de suas atividades, almejando a otimização de sua operação de forma integrada e confiável. A autora adverte, porém, que as empresas que se preocupam em apenas comprar novas máquinas, novos *softwares* e se esquecem do treinamento adequado e conscientização dos colaboradores, de pouco adianta todo o investimento.

Esta seção enfatizou os aspectos relacionados à evolução da tecnologia, notadamente da tecnologia de informação, como facilitadores da integração no contexto organizacional. Esta ênfase justifica-se pelo fato de que o compartilhamento de informações é uma das atividades primárias para se promover a integração, no entanto, apenas a adoção da tecnologia não é suficiente, sendo necessários aspectos tais como a disposição de se desenvolver trabalhos de forma colaborativa, a adoção de estilos de gestão que privilegiem a visão por processos e não simplesmente linhas de ações voltadas para a hierarquia funcional, entre outros aspectos listados nas seções anteriores como forma de se promover a integração.

3.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

A revisão bibliográfica apresentada neste capítulo, mesmo sem a pretensão de esgotar o assunto, permite a construção do cenário em que a proposta de trabalho se insere (integração entre duas funções chave para auxílio à consecução dos objetivos de desempenho da organização).

Na seção 3.1 enfatizou-se a caracterização do DP como atividade que interpreta as necessidades do mercado consumidor e as transpõem na forma de requisitos e especificações para produção e comercialização do produto. Um modelo de referência foi apresentado como forma estruturada de se organizar as atividades do DP, explorando suas interfaces com diversas áreas funcionais ao longo do ciclo de vida do produto.

Na seção 3.2, a caracterização do PCP como função organizacional que coordena e ativa os recursos produtivos de modo a gerar os produtos especificados pelo DP é realizada, suas atividades e suas principais interfaces foram listadas, assim como uma breve discussão sobre as ERDs que podem ser adotadas por um Sistema de Produção e suas implicações na relevância das atividades a serem realizadas.

A necessidade de um olhar mais abrangente para as organizações, indo além dos limites funcionais e explorando as interfaces que são fundamentais para o funcionamento organizacional, é tratada na seção 3.3, destacando-se uma série de benefícios e desafios que precisam ser superados para que a integração ocorra.

A discussão sobre a evolução da tecnologia e dos fatores competitivos provenientes do ambiente em que as empresas se inserem é realizada e a integração é proposta como forma da organização delinear seus processos a fim de se adaptar para atender às demandas de seu ambiente, obtendo assim, maior coordenação das interdependências funcionais.

A importância da integração entre DP e PCP para a organização é notória, a fim de coordenar a correta transposição das saídas do DP com a efetiva produção do produto, tendo em vista seu potencial de incrementar a competitividade do empreendimento e satisfazer as necessidades dos clientes – aspectos que serão tratados na pesquisa de campo. Além disto, esta integração traz melhores condições para que a empresa possa obter competitividade em excelência operacional, que é uma das três categorias de estratégias que uma empresa industrial pode adotar como trunfo competitivo segundo Fleury e Fleury (2003).

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Lakatos e Marconi (1995), o método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que permite alcançar o objetivo com maior segurança e economia. No caso da ciência esses objetivos traduzem-se em conhecimentos válidos e verdadeiros.

O adequado emprego do método científico nos trabalhos acadêmicos tem ganhado relevância nos últimos anos, não só pelo fato de nortear a condução do trabalho de forma consistente, mas também por validar a construção do conhecimento científico. Thiollent (2000, p.13) observa que o papel do método é “conduzir a pesquisa de acordo com as exigências científicas”. De outro modo, Lakatos e Marconi (1995) afirmam que sem o emprego dos métodos científicos não há ciência.

Alinhada a essas considerações, esta seção descreve as escolhas a cerca do método de pesquisa, realizadas a fim de subsidiar a elaboração de propostas para melhoria da integração entre DP e PCP no cenário estudado.

De forma resumida, as decisões referentes ao método de pesquisa são mostradas no quadro 9, as quais são detalhadas e justificadas nas seções de 4.1 a 4.5.

Quadro 9 – Caracterização do método de pesquisa

Aspecto	Classificação desta pesquisa
Esquema interpretativo	Programa de Pesquisa
Abordagem de pesquisa	Qualitativa
Método de pesquisa	Estudo de Casos
Técnica de pesquisa	Revisão Bibliográfica + Pesquisa de Campo
Técnica de análise dos dados	Adequação ao Padrão + Construção de Explicação

Fonte: Elaboração própria

4.1. ESQUEMA INTERPRETATIVO

O esquema interpretativo, também denominado como paradigma explicativo ou concepção metodológica por alguns autores, está relacionado aos pressupostos que subsidiam a condução de uma pesquisa científica, os quais corroboram para a validade científica dos resultados da pesquisa (MARTINS, 2010).

Dos esquemas interpretativos encontrados na literatura, quatro podem ser destacados como principais (LAKATOS e MARCONI, 1995; MARTINS, 2010): 1. Indutivista; 2. Dedutivista; 3. Hipotético-Dedutivo; 4. Programa de Pesquisa.

Com base no esquema interpretativo indutivista, inicia-se com a coleta de dados ou observações particulares, suficientemente constatados e infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas e nesse sentido o objetivo é chegar a

conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam (LAKATOS e MARCONI, 1995). Algumas condições devem ser satisfeitas na condução da pesquisa com base no indutivismo (MARTINS, 2010): o número de observações deve ser grande, as observações devem ser realizadas em ampla variedade de condições, nenhuma observação pode estar em conflito com a lei universal derivada.

Já o dedutivista parte de premissas (teorias e leis universais) e deriva consequências a partir das mesmas. Nesta perspectiva, a confirmação de todas as premissas leva a uma conclusão verdadeira (LAKATOS e MARCONI, 1995).

O hipotético-dedutivo ou falsificacionismo fundamenta-se no teste crucial de uma teoria, ou seja, com base em conhecimento prévio ou teorias existentes, são derivados novos problemas, com suas respectivas conjecturas, soluções ou hipóteses, a partir das quais são desdobradas consequências falseáveis que comporão o teste crucial da teoria (LAKATOS e MARCONI, 1995; MARTINS, 2010).

Programa de pesquisa, por sua vez, refere-se a um esquema interpretativo que parte de teorias estruturadas e mantém conceitos e receitas bem claros para o desenvolvimento de novos conceitos ou extensão dos já existentes (MARTINS, 2010).

O esquema interpretativo adotado nesta pesquisa será o programa de pesquisa, tendo em vista que a partir de teorias já estruturadas (DP, PCP e Integração), será proposta uma forma de desenvolvê-las em um cenário pouco explorado (produção em ambiente ETO), não havendo a preocupação com a generalização dos resultados ou teste crucial de uma determinada teoria.

4.2. ABORDAGEM DE PESQUISA

Duas abordagens de pesquisa podem ser adotadas quando da realização de uma pesquisa científica, a quantitativa e a qualitativa. Uma terceira possibilidade é a combinação de ambas, configurando-se como uma possibilidade para melhor entendimento do problema estudado a partir da complementaridade das duas abordagens (BRYMAN, 2007; MARTINS, 2010).

A abordagem quantitativa possui como característica mais marcante o fato de mensurar variáveis de pesquisa, porém essa não é sua única característica, outras preocupações também a distingue, tais como: objetividade, mensurabilidade, causalidade, generalização e replicação (MARTINS, 2010).

Na abordagem quantitativa as variáveis de pesquisa são pré-estabelecidas pelo pesquisador com base no referencial teórico, nesta medida “o pesquisador não interfere ou pouco interfere nas variáveis da pesquisa” (MARTINS, 2010, p.46).

Já a abordagem qualitativa tem como característica marcante “a ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado”, outras de suas características são: delineamento do contexto do ambiente da pesquisa, pouca estruturação prévia, múltiplas fontes de evidências, importância da concepção da realidade organizacional e proximidade com o fenômeno estudado (MARTINS, 2010, p.50-51).

Na abordagem qualitativa, certo grau de liberdade no estabelecimento das variáveis ocorre, na medida em que a construção da realidade objetiva da pesquisa se dá a partir da perspectiva do pesquisador, fundamentada pelos constructos da revisão bibliográfica, e pela realidade subjetiva dos indivíduos, capturada de múltiplas fontes de evidência do ambiente natural da pesquisa (MARTINS, 2010).

Bryman (2007) e Martins (2010) destacam que a combinação dessas duas abordagens pode trazer grandes benefícios para a pesquisa científica em situações na qual a utilização de uma abordagem isolada não é suficiente. Porém destacam que essa combinação é uma tarefa complexa e traz uma série de desafios ao pesquisador.

Com relação à abordagem de pesquisa, este trabalho adotou a abordagem qualitativa, pois, para a consecução do objetivo proposto, grande ênfase foi dada à perspectiva dos membros representativos da realidade estudada, partindo-se de constructos teóricos, porém podendo algumas variáveis serem desdobradas ao longo da interação com a realidade pesquisada.

4.3. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa delimita, de uma forma mais direta, os procedimentos técnicos a serem adotados em uma pesquisa científica (SILVA e MENEZES, 2000).

Diversos métodos de pesquisa podem ser encontrados na literatura. Conforme aponta Nakano (2010), na área de Engenharia de Produção, à qual esta pesquisa se vincula, são comuns os métodos de levantamento tipo *survey*, modelagem, simulação, teórico/conceitual, estudos de casos e pesquisa-ação, havendo certa propensão por parte dos pesquisadores em relação à adoção de determinados métodos em detrimento dos outros.

Os levantamentos tipo *survey* são caracterizados “pelo uso de instrumentos de coleta de dados único (no geral um questionário), aplicado a amostras de grande tamanho, com o uso de técnicas de amostragem e análise e inferência estatística” (NAKANO, 2010,

p.64). Forza (2002) reforça essa caracterização dos levantamentos tipo *survey* ao destacar que eles, no geral, envolvem o levantamento de informações de indivíduos, sobre eles mesmos ou sobre a unidade social da qual eles pertencem. Esse autor destaca ainda que, com base no processo de amostragem de um levantamento tipo *survey*, é possível determinar informações de uma grande população com um nível de acuracidade conhecido.

O método de modelagem associa-se ao uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema completo ou parte dele. A principal característica desse método de pesquisa está associada à adoção de modelos, os quais permitem compreender melhor o ambiente em questão, identificar problemas, formular estratégias, apoiar/sistematizar o processo de tomada de decisão (MORABITO e PUREZA, 2010).

Já o método de simulação está relacionado ao uso de técnicas computacionais para simular o funcionamento de um sistema a partir de modelos, no geral matemáticos. Esse método surge como uma importante ferramenta, pois permite simular o funcionamento de um sistema real por meio de relações lógicas, a fim de observar seu comportamento sob diferentes cenários – os quais não poderiam ser praticados no sistema real (MORABITO e PUREZA, 2010).

O método teórico/conceitual possui como característica distintiva o fato de se reservar a discussões conceituais a partir de uma extensa e aprofundada revisão da literatura (MIGUEL, 2010).

Uma definição clássica do método de estudo de caso é a apresentada por Yin (2005, p.32), segundo a qual esse método é definido como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Tal tipo de procedimento envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Voos *et al.* (2002) observam que existem vários desafios ao se conduzir estudos de casos, entre eles: o tempo consumido; a necessidade de habilidade para se entrevistar; e o cuidado ao se generalizar conclusões a partir de um limitado número de casos. Esses autores complementam que estudos de casos além de serem uma oportunidade para enriquecimento da teoria, possibilitam o desenvolvimento do pesquisador.

De acordo com Turrioni e Mello (2010, p.145), a pesquisa-ação é “um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema”. Segundo Thiollent (2000), a pesquisa-ação possui um caráter participativo na medida em que promove uma ampla interação entre

pesquisador e membros representativos da situação investigada, facilitando a busca de soluções para problemas reais devido ao seu potencial de revelar evidências de difícil captação a partir de outros procedimentos de pesquisa. A partir desse método de pesquisa o pesquisador, por meio de observação participante, “interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para a base de conhecimento” (TURRIONI e MELLO, 2010, p.145). De outro modo, McKay e Marshall (2001) e Coughlan e Coughlan (2002) definem a pesquisa-ação e recomendam passos para sua condução.

Dentre os métodos apresentados, o estudo de casos será empregado para a realização da pesquisa de campo desta tese.

A fim de subsidiar a elaboração das propostas para melhoria da integração entre DP e PCP foram conduzidos dois estudos de casos com empresas que já apresentam um histórico de integração. Esses estudos de caso podem ser classificados como longitudinais (investigação da situação presente das empresas) e descritivos (entendimento das atividades e processos que ajudam a promover a integração). Algumas recomendações disponíveis na literatura e que foram utilizadas para nortear a condução dos estudos de casos são apresentadas no **Apêndice F**, fundamentas nos trabalhos de Miguel (2007), Voss *et al.* (2002) e Yin (2005).

Após a elaboração das propostas para melhoria da integração entre DP e PCP, sua avaliação foi realizada por profissionais de uma terceira empresa, na qual foram observados problemas pronunciados em relação à integração destas duas funções empresariais. Destaca-se que a observação do caso desta empresa foi o que motivou a proposição do problema de pesquisa desta tese, tendo em vista que o pesquisador era membro do quadro de funcionários da empresa naquela ocasião.

4.4. TÉCNICA DE PESQUISA

Conforme Lakatos e Marconi (1995), as técnicas de pesquisa estão relacionadas aos processos e ferramentas utilizados para coleta e registro de dados para a pesquisa. Essas mesmas autoras apresentam três grupos de técnicas de pesquisa, as quais são: documentação indireta, documentação direta e observação direta.

No grupo de técnicas relacionadas à documentação indireta incluem-se a pesquisa documental (fontes de dados primários, restritos a documentos) e a pesquisa bibliográfica (fontes secundárias já publicadas em meio impresso, magnético ou eletrônico). Ao grupo de técnicas de documentação direta incluem-se a pesquisa de campo (obtenção de

dados, informações ou conhecimentos acerca de um problema no ambiente onde eles ocorrem) e a pesquisa de laboratório (descrição e análise de eventos em situações controladas). As técnicas que compõem o grupo de observação direta são a observação (exame de fatos que se deseja estudar a partir de observação) e entrevistas (LAKATOS e MARCONI, 1995).

Para condução desta pesquisa serão utilizadas as três técnicas de pesquisa apresentadas, sendo que uma revisão bibliográfica (documentação indireta) será conduzida, a fim de se construir um referencial teórico sobre o problema estudado; seguido de uma pesquisa de campo (observação direta), na qual as técnicas de entrevista, observação e análise de documentos serão empregadas, envolvendo também, a documentação direta fundamentada pelas observações de campo. As entrevistas serão conduzidas com base em um questionário semi-estruturado (roteiro) e as observações realizadas serão registradas em diário de campo.

Na fase de avaliação das propostas foi utilizado um formulário no qual os profissionais das áreas de DP e PCP foram solicitados a avaliar as propostas apresentadas de acordo com alguns critérios (aderência aos fins propostos, viabilidade de implementação, facilidade de entendimento etc – aspectos melhor detalhados na seção 6.4).

4.5. TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS

De acordo com Yin (2005), a análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar ou até mesmo recombina as evidências de um estudo, tendo em vista as proposições iniciais.

Nas pesquisas de cunho quantitativo, no geral, a análise dos dados concentram-se em relações matemáticas, envolvendo o cálculo de médias, desvios, correlações entre outros. Já nas pesquisas qualitativas, a análise de dados é particularmente mais difícil, tanto pelas características dos dados coletados, quanto pela falta de definição clara de estratégias e técnicas (YIN, 2005).

Esse mesmo autor sugere a utilização de uma estratégia analítica geral em pesquisas qualitativas, na qual são estabelecidas prioridades em relação ao que deve ser analisado e por quê. Quatro técnicas analíticas dominantes são apresentadas (YIN, 2005): 1. Adequação ao padrão; 2. Construção da explanação; 3. Análise de séries temporais; 4. Modelos lógicos de programas.

A técnica de adequação ao padrão consiste em realizar uma comparação entre um padrão empírico com outro de base prognóstica. Já a construção da explanação está relacionada à estipulação de um conjunto de elos causais entre as observações, estabelecendo-

se relações entre elas. A análise de séries temporais diz respeito à observação do comportamento de uma ou mais variáveis ao longo do tempo. A técnica de modelos lógicos de programa é uma combinação entre as técnicas de adequação ao padrão e a de análise de séries temporais (YIN, 2005).

A análise dos dados desta tese empregará a técnica de adequação ao padrão, confrontando-se os dados obtidos nas empresas objeto de estudo com os padrões previstos no referencial teórico e a partir daí será construída uma explanação sobre os casos.

4.6. MODELOS – CONCEITO, APLICAÇÃO E CONSTRUÇÃO

4.6.1. UMA REVISÃO SOBRE MODELOS

Como as propostas apresentadas nesta tese fazem uso de modelos para descrever e representar as interações entre DP e PCP, demonstrando oportunidades e necessidades de integração, uma breve discussão sobre o que vem a ser um modelo no contexto científico se faz necessária.

Antes de falar sobre modelos, destaca-se a importância de discussão sucinta sobre teoria. De acordo com Sutton e Staw (1995), a teoria trata das conexões entre o fenômeno, uma história sobre a razão de atos, eventos, estruturas e pensamentos. Para esses autores, a teoria enfatiza a natureza das relações causais, identificando o que vem primeiro, bem como o tempo de ocorrência dos eventos, aprofundando os processos essenciais e provendo um entendimento das razões sistemáticas para uma particular ocorrência ou não.

De acordo com Kerlinger (1980), uma teoria pode ser definida como um conjunto de constructos (conceitos), definições e proposições relacionados entre si, a qual apresenta uma visão sistemática de fenômenos. Segundo o autor, a teoria deve especificar relações entre variáveis com a finalidade de explicar e prever fenômenos da realidade.

Com base na literatura é possível destacar alguns papéis exercidos pela teoria, dentre os quais, destacam-se (ALVES, 1981; LAKATOS e MARCONI, 1995; KÖCHE, 1997 *apud*² MARTINS, 2004; DEMO, 2001; WHETTEN, 2003; MIGUEL, 2010):

- Nortear os objetivos da ciência, restringindo a amplitude dos fatos a serem estudados;
- Definir os principais aspectos de uma investigação, determinando os dados que devem ser abstraídos;
- Servir para conceitualizar e classificar fatos;

² KÖCHE, J. C. *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa*. 14^a. Ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 1997.

- Resumir o que já se conhece sobre o assunto ou objeto de estudo;
- Prever novos fatos e relações com base naquilo que já se conhece;
- Indicar lacunas no conhecimento que carecem de pesquisa;
- Oferecer um conjunto de meios de representação conceitual e simbólica dos dados de observação;
- Constituir um conjunto de regras de inferência que permita previsão de dados e fatos;
- Sistematizar e dar ordem ao conhecimento sobre um fenômeno da realidade.

Segundo Sampieri *et al.* (2006), para se avaliar o valor/qualidade de uma teoria, os seguintes critérios podem ser levados em consideração: a) capacidade de descrição, explicação e predição; b) consistência lógica; c) perspectivas; d) fertilidade lógica (aplicação em outras situações); e) parcimônia (moderação, sem extravagâncias).

Em relação à conceituação de modelo, em Morabito e Pureza (2010, p.166) encontra-se uma definição segundo a qual um modelo é uma “representação de uma situação ou realidade, conforme vista por uma pessoa ou um grupo de pessoas, e construída de forma a auxiliar o tratamento daquela situação de uma maneira sistemática”. Complementa-se, ainda, o fato de que um modelo deve ser suficientemente detalhado (deve captar elementos essenciais a fim de representar o sistema real) e simplificado (de modo a ser tratável por métodos de análise e resolução conhecidos).

De outro modo, Martins (2004) apresenta uma definição de modelo que o descreve como um elemento da teoria, o qual caracteriza as ideias fundamentais dessa teoria com auxílio de conceitos já familiares antes da elaboração da mesma. Esse autor enfatiza que uma teoria científica pode ser considerada consistente se possui modelo, porém adverte que o uso indistinto/abusivo de modelos tem distorcido sua finalidade principal (esclarecer o significado preciso de um conceito).

Uma classificação primária que pode ser feita dos modelos é classificá-los em “concretos ou abstratos” (MORABITO e PUREZA, 2010, p.166). De modo simplificado, modelos concretos podem ser definidos como uma representação física do objeto ou realidade em estudo/análise, já os modelos abstratos, são definidos como representações simbólicas, as quais não expressam de maneira direta o objeto ou realidade estudada (MARTINS, 2004; MORABITO e PUREZA, 2010). Como exemplo desses dois tipos de modelos tem-se (MORABITO E PUREZA, 2010): Planta-baixa de uma futura construção, a qual representa seu modelo abstrato; e uma maquete ou réplica física em escala da futura construção, seu modelo concreto.

Em um segundo nível de classificação, os modelos podem ser segmentados em: quantitativos ou qualitativos. Modelos quantitativos são “modelos abstratos descritos em linguagem matemática e computacional”, os quais utilizam técnicas analíticas e experimentais para calcular valores numéricos das propriedades da realidade modelada (MORABITO e PUREZA, 2010, p.167). Já os modelos qualitativos, representam uma dada realidade a partir de sua descrição, expressando relações causais sem necessariamente quantificá-las – a ideia nesse caso, também, é aumentar a compreensão daquilo que está sendo modelado (FELTRINI, 2009).

Uma classificação ou tipologia de modelos detalhada é apresentada por Martins (2004), explicitando os seguintes tipos de modelos:

- **Explicativos** – consistem fundamentalmente em estruturas concretas, específicas, que são isomorfas com relação a uma teoria ou parte dela;
- **Físicos** – derivam de especificações dos modelos explicativos, geralmente construídos com materiais concretos e em escala;
- **Formais** – consistem de uma abstração da forma lógica dos modelos físicos, alcançando deste modo uma grande generalidade;
- **Icônicos** – correspondem a representações em escala reduzida do objeto real, incorporando as propriedades significativas do elemento descrito;
- **Analógicos** – correspondem a um conjunto de propriedades utilizadas para representar outro conjunto de propriedades associadas com o sistema que está sendo representado;
- **Simbólicos** – correspondem a expressões matemáticas que procuram refletir a estrutura do sistema que representam;
- **Taxonômicos** – estruturam procedimentos para a classificação de eventos, entidades ou dados;
- **Explanatórios ou descritivos** – explicam algum fenômeno tal qual ele se apresenta ou funciona, auxiliam na resolução de problemas específicos de tomada de decisão;
- **Preditivos** – possuem o propósito explícito de prever o comportamento de eventos futuros em função de um conjunto de variáveis de decisão e do ambiente;
- **Normativos** – tratam de questões relativas ‘ao que deveria ser’ uma dada decisão, referindo-se, portanto, à otimização de uma dada variável.

Nessa tipologia é notório observar certa sobreposição ou relação complementar entre os tipos apresentados, os quais poderiam ser combinados em uma quantidade menor de tipos.

De modo a complementar essa tipologia de modelos, pode-se acrescentar os modelos do tipo **Prescritivo**, os quais determinam o que deve ser feito, sem a preocupação com a otimização de variáveis, servindo como um guia para a ação em determinadas circunstâncias.

Martins (2004) aponta que um modelo pode desempenhar algumas funções, dentre elas:

- **Seletiva** – permitir que fenômenos complexos sejam visualizados e compreendidos;
- **Organizacional** – classificar os elementos da realidade segundo um esquema que especifique adequadamente as propriedades ou características do fenômeno e tenha categorias mutuamente exclusivas e exaustivas;
- **De fertilidade** – evidenciar aplicações em distintas situações;
- **Lógica** – permitir explicar como acontece determinado fenômeno;
- **Normativa** – permitir prescrições;
- **Sistêmica** – mostrar interação entre partes de um todo maior.

A fim de consolidar as características dos modelos apresentadas até aqui, na seção 4.6.1 é apresentada uma proposta de classificação multidimensional de modelos com o intuito de caracterizá-los com maior precisão, eliminando redundâncias observadas na tipologia apresentada.

4.6.2. PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DE MODELOS

A partir das considerações e tipologias apresentadas sobre modelos na seção 4.6, esta seção apresenta uma proposta de classificação multidimensional para modelos predominantes na área de Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Como esta classificação não é foco central desta tese, assim como não houve a pretensão de se esgotar a bibliografia a respeito do assunto, seu intuito é tornar mais precisa a caracterização dos modelos utilizados nas propostas apresentadas, delimitando de modo bastante específico suas características e elementos constituintes.

No quadro 10, a estrutura geral desta proposta de classificação multidimensional de modelos é apresentada.

Quadro 10 – Classificação multidimensional de modelos predominantes na área de Engenharia de Produção

MODELO	Nível da classificação multidimensional			
	1. NATUREZA	2. ABORDAGEM	3. TIPO	4. FUNÇÃO
MODELO	Concreto	Qualitativa	Icônico	• Descritivo Direto
	Abstrato	Qualitativa	Analógico	• Descritivo Conceitual • Prescritivo
			Simbólico Qualitativo	
	Abstrato	Quantitativa	Analógico	• Preditivo
Simbólico Quantitativo				

Fonte: Elaboração própria

A fim de se chegar aos quatro tipos apresentados no quadro 10, as seguintes considerações foram realizadas em relação à tipologia apresentada por Martins (2004):

- d) Icônicos – incluem os físicos, tendo em vista que ambos buscam representar de maneira direta as características do objeto ou teoria modelada. Exemplo: *Layout* de uma instalação produtiva ou representações técnicas de um produto (desenhos, croquis etc.);
- e) Analógicos – incluem propriedades dos normativos e preditivos, haja visto o fato de que, buscam representar ou prever o funcionamento do sistema modelado, a partir de variáveis relacionadas a este sistema. Exemplo: um software de programação da produção com capacidade finita;
- f) Simbólico Quantitativo – incluem propriedades dos Simbólicos, Formais, Preditivos, Normativos e Prescritivos, tendo em vista que, a partir de expressões quantitativas, procuram refletir ou representar o sistema modelado ou seu *status* em um determinado momento. Exemplo: Equação Fundamental do Planejamento da Produção [$E_t = E_{t-1} + (Produção_t) + (Compras_t) - (Necessidades\ Brutas_t)$];
- g) Simbólicos Qualitativos – incluem propriedades dos Explicativos, Formais, Taxonômicos, Explanatórios ou Descritivos, Normativos e Prescritivos, possuem como característica distintiva o fato de buscarem descrever ou estruturar o sistema modelado (ou apenas parte dele), a partir de elementos qualitativos representativos, sem a preocupação de quantificação dos mesmos. Exemplo: um diagrama ou figura que mostre o funcionamento de processo ou sistema, por exemplo, um mapeamento de processo.

Em relação ao quarto nível da classificação multidimensional da proposta, as seguintes considerações foram realizadas em relação às funções apresentadas por Martins (2004):

- a) Descritivo Direto – contempla características das funções Seletiva, Organizacional e Sistêmica;
- b) Descritivo Conceitual – contempla características das funções Seletiva, Organizacional, de Fertilidade e Sistêmica;
- c) Prescritivo – contempla características da função Normativa;
- d) Preditivo – contempla características da função Lógica.

A aplicação desta classificação multidimensional de modelos será realizada ao serem apresentados os modelos que fazem parte das propostas apresentadas no capítulo 6.

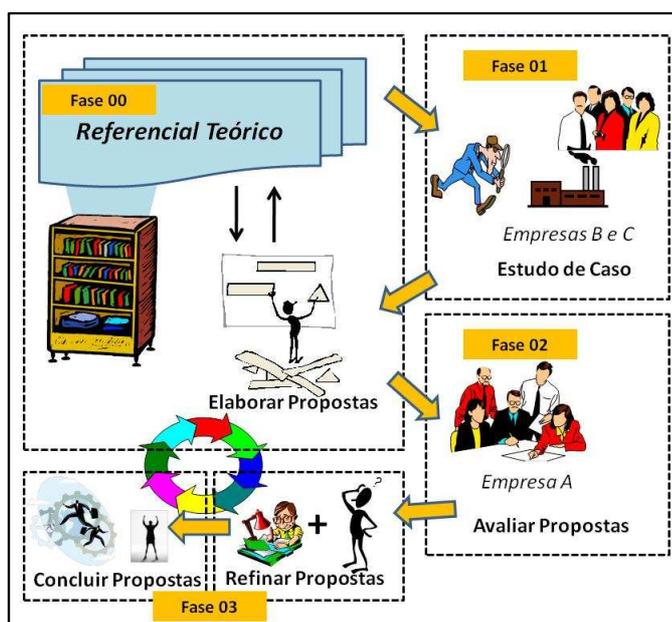
5. PESQUISA DE CAMPO

A fim de preservar a identificação das empresas, estas serão denominadas como empresas A, B e C, sendo que os estudos de casos que subsidiaram a elaboração das propostas para melhoria da integração foram realizados nas empresas B e C. Na empresa A foi realizada uma observação participante que possibilitou o levantamento preliminar de dados sobre a realização do DP e do PCP em ambiente ETO, assim como fundamentou a proposição do problema de pesquisa desta tese. Na empresa A foi realizada, também, a etapa de avaliação das propostas.

Esta pesquisa foi planejada para condução em quatro fases principais. A fase denominada **Fase 00**, refere-se à construção do referencial teórico apresentado nos capítulos 2 e 3, que serviu de base para análise da realidade investigada e proposições teóricas que subsidiaram as propostas. A **Fase 01** é relativa à condução dos estudos de casos nas empresas B e C que já possuem práticas de integração entre DP e PCP no seu processo de negócio. Já a **Fase 02** consiste na avaliação das propostas com auxílio de profissionais da empresa A, a qual demanda ações para melhoria da integração. A **Fase 03** é dedicada para refinamento das propostas elaboradas em função das experiências vivenciadas na fase de sua avaliação, seguida da sua conclusão.

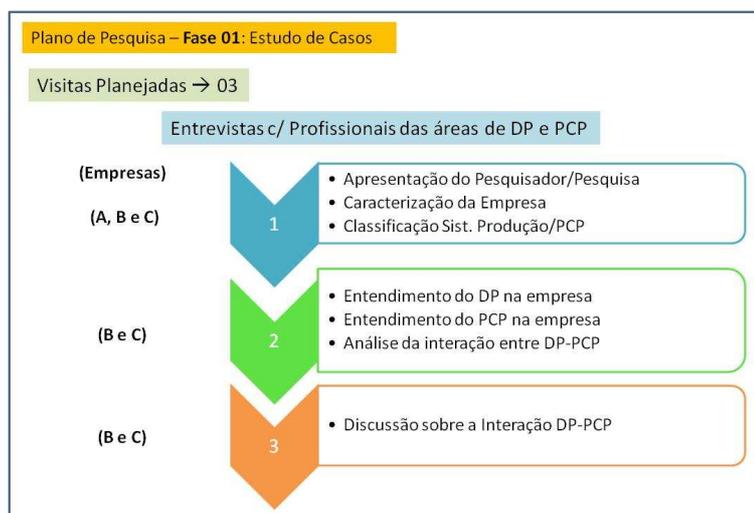
A figura 10 mostra de forma esquemática a interação entre essas quatro fases da pesquisa, assim como as figuras 11 e 12 detalham os aspectos que serão investigados e observados nas Fases 01 e 02.

Figura 10: Representação esquemática da interação entre as fases da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 11: Etapas e aspectos a serem investigados nos estudos de casos.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 12: Etapas a serem desenvolvidas na avaliação das propostas.



Fonte: Elaboração própria.

É importante ressaltar que também foram utilizados dados obtidos durante 35 meses de atuação profissional do pesquisador na área de PCP Central da empresa A (observação participante). Neste período de atuação, diversos fatos que demonstram a interação entre DP e PCP foram registrados em diário de campo, salientando-se, também, aspectos relacionados a particularidades inerentes ao processo de negócio de atendimento de encomendas de bens de capital com base na ERD ETO.

Na seção 5.1 é apresentada uma discussão sobre os aspectos considerados para a seleção das empresas que fizeram parte da pesquisa de campo, assim como sua caracterização, obtida com base em entrevista realizada na etapa 1 da Fase 01 do plano de

pesquisa, da qual participaram as empresas A, B e C, além de pesquisa sobre informações das empresas utilizando sua *homepage* na *internet*. Nas entrevistas desta primeira etapa, foi utilizado o roteiro de entrevista apresentado no Apêndice A.

Na seção 5.2 são apresentados os dados obtidos por meio de observação participante na empresa A. Nesta seção são explorados aspectos referentes ao processo de negócio ‘Atender Pedido’, a fim de ilustrar suas particularidades. Especial ênfase é dada no sentido de ilustrar os aspectos pertinentes à interação e colaboração entre DP e PCP, assim como destacar problemas típicos verificados no que diz respeito à integração.

A seção 5.3 é reservada para apresentação dos dados obtidos nos estudos de casos nas empresas B e C (etapas 2 e 3 da Fase 01). A obtenção de dados se deu a partir de entrevistas realizadas com profissionais das áreas de DP e PCP, utilizando-se os roteiros de entrevista apresentados nos Apêndices B e C.

Ao final do capítulo, seção 5.4, são apresentadas algumas considerações, consolidando a análise dos dados obtidos nas empresas estudadas.

5.1. SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS

A seleção das empresas que compõem o trabalho de campo desta pesquisa se deu previamente com base na experiência profissional do pesquisador no setor industrial estudado, a qual foi fundamentada posteriormente com base na pesquisa bibliográfica e levantamento de informações sobre as empresas do estado de São Paulo com pronunciada atuação no fornecimento de bens de capital por meio da ERD ETO. Neste sentido, trata-se de uma amostra intencional e não probabilística.

A representatividade das empresas B e C, por exemplo, é apontada no trabalho de Avellar (2008), o qual as destaca em vista dos critérios: receita líquida anual (maior que R\$ 100 milhões), número de patentes no país e taxa de crescimento anual. A empresa A, apesar de não constar dos apontamentos do estudo de Avellar (2008), apresenta notório crescimento e participação no mercado (aspectos que serão ressaltados em sua caracterização), além de ter sido listada entre as dez maiores empresas do setor de bens de capital que atuam no Brasil pela revista Exame em 2011.

As empresas B e C já apresentam um histórico de integração entre DP e PCP e por este motivo foram selecionadas para compor o estudo na etapa de formulação das propostas, possibilitando a identificação de boas práticas, enquanto na empresa A, as iniciativas no que se refere à integração são incipientes e são observados diversos problemas relacionados a esta questão.

O quadro 11 mostra um resumo dos critérios principais que levaram à seleção das empresas estudadas.

Quadro 11: Critérios principais adotados para seleção das empresas objeto de estudo

Critério		Motivo
Produto	Bens de Capital	Escopo da pesquisa
Atividades Chave	Projeto e Fabricação	Possuir DP e PCP
Porte	Grande (> 500 funcionários)	Maior complexidade da estrutura organizacional
ERD predominante	ETO	Escopo da pesquisa
Localização geográfica	Estado de São Paulo	Facilitar o acesso para condução dos estudos

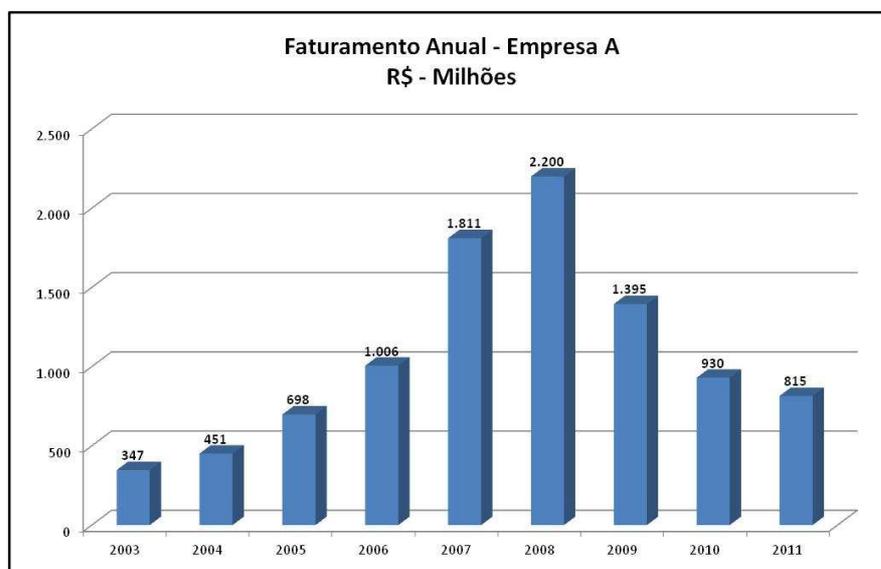
Fonte: Elaboração própria

5.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA A

A empresa A foi fundada em 1920 e tem atuação histórica no fornecimento de bens de capital para o setor sucroalcooleiro. Na década de 1990 a empresa realizou uma diversificação dos setores de mercado atendidos, passando a fornecer equipamentos para os setores siderúrgicos, mineração, alimentício, químico, petroquímico, de geração de energia, óleo e gás. Esta diversificação se deu devido a fusões e parcerias com alguns outros grupos empresariais, porém o fornecimento de equipamentos para o setor sucroalcooleiro continuou representando parcela significativa do volume de negócios da empresa.

A empresa A possui um parque fabril composto por nove unidades produtivas (sete no interior de São Paulo e duas na região nordeste), além de escritórios administrativos e comerciais distribuídos pelo Brasil. Emprega um total aproximado de 4000 funcionários, contando, também, com uma ampla cadeia de fornecedores e sub-fornecedores.

No período de 2003 a 2008, devido ao significativo crescimento observado no setor sucroalcooleiro e devido ao intenso ritmo de investimentos na indústria de base, a empresa registrou um crescimento muito expressivo. Este crescimento é demonstrado pela evolução do seu faturamento anual, mostrada na figura 13, saltando de R\$ 350 milhões em 2003 para R\$ 2,2 bilhões em 2008, acompanhado do crescimento do número de colaboradores no quadro de funcionários e expansão de suas plantas industriais (em 2008 a empresa contava com uma equipe de 6000 colaboradores), seguido de uma retração nos três anos seguintes devido a uma desaceleração de investimentos no setor sucroalcooleiro e à crise de confiança que se instalou no cenário econômico mundial a partir do segundo semestre de 2008.

Figura 13: Evolução de faturamento da empresa A.

Fonte: Elaborada a partir de dados da empresa

No que se refere à estrutura organizacional, a empresa adota uma estrutura funcional para segmentação das linhas de comando e tarefas. Existem quatro Engenharias de Produto, às quais estão alocadas as atividades centrais do DP. As Engenharias de Produto estão segmentadas com base no tipo e aplicação dos produtos, as quais são: Açúcar e Etanol; Geração de Energia; Alimentos, Sucos e Bebidas; Tratamento de Efluentes.

No que se refere ao PCP, cada uma das nove unidades produtivas possui o seu PCP local, os quais atuam nas atividades de médio e principalmente curto prazo (planejamento desagregado e controle de produção), havendo ainda um departamento de Planejamento Central corporativo, o qual dá apoio aos PCPs locais e tem suas atribuições focadas no planejamento de longo e médio prazo (planejamento agregado e planejamento de capacidade).

5.1.2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA B

A empresa B foi fundada em 1953 e possui um histórico marcado por diversas parcerias e fusões com vários grupos empresariais, aumentando a gama de setores industriais atendidos e a diversidade de produtos comercializados.

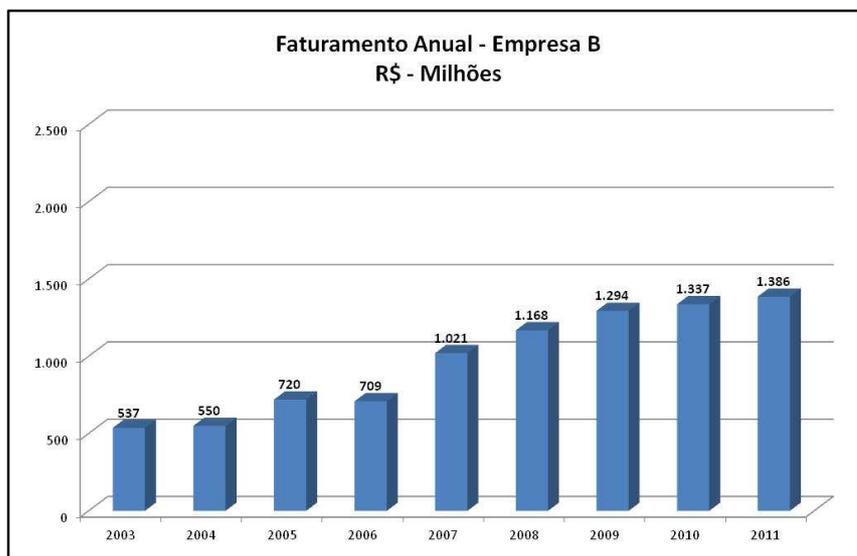
Exemplos de setores industriais atendidos pela empresa incluem o petroquímico, hidrogeração, transporte, químico, siderúrgico e elétrico.

A empresa emprega cerca de 5500 colaboradores alocados na fábrica, escritórios e em obras, abrangendo um escopo de atividades que vai além do projeto e fabricação de bens de capital sob encomenda. Sua principal planta industrial está localizada

no interior do estado de São Paulo, onde trabalham 2200 colaboradores focados nas atividades relacionadas ao projeto, fabricação e comercialização de bens de capital sob encomenda.

A figura 14 mostra a evolução do faturamento anual da empresa B, demonstrando um crescimento significativo e sustentado no período observado.

Figura 14: Evolução de faturamento da empresa B.



Fonte: Elaborada a partir de dados da empresa

Observou-se que a empresa adota uma estrutura organizacional por produto que agrupa as atividades relacionadas a Administração de Contratos, Planejamento, Orçamentos e Engenharia do Produto. Essas áreas formam o que a empresa denomina ‘Centros de Excelência – CDE’. A empresa conta com cinco CDE’s. As demais áreas da empresa encontram-se organizadas de modo funcional (suprimentos, RH, custos etc.).

Da mesma forma como observado na empresa A, na empresa B a Engenharia do Produto é responsável pelas atividades centrais do DP. À área de Planejamento, que se encontra subordinada ao CDE, competem as atividades relacionadas ao planejamento desagregado (nível de produto). Nessa empresa há também uma área de Planejamento Central que executa as atividades de planejamento agregado e planejamento de capacidade, enquanto que as atividades pertinentes ao Controle de Produção são executadas por uma área subordinada à gerência fabril.

Maiores detalhes sobre o DP e o PCP da empresa B serão apresentados nas seções 5.3.1 e 5.3.2.

5.1.3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA C

A empresa C foi fundada em 1911 e também tem como característica marcante o atendimento de diversos setores industriais e elevada variedade de produtos. Entre os

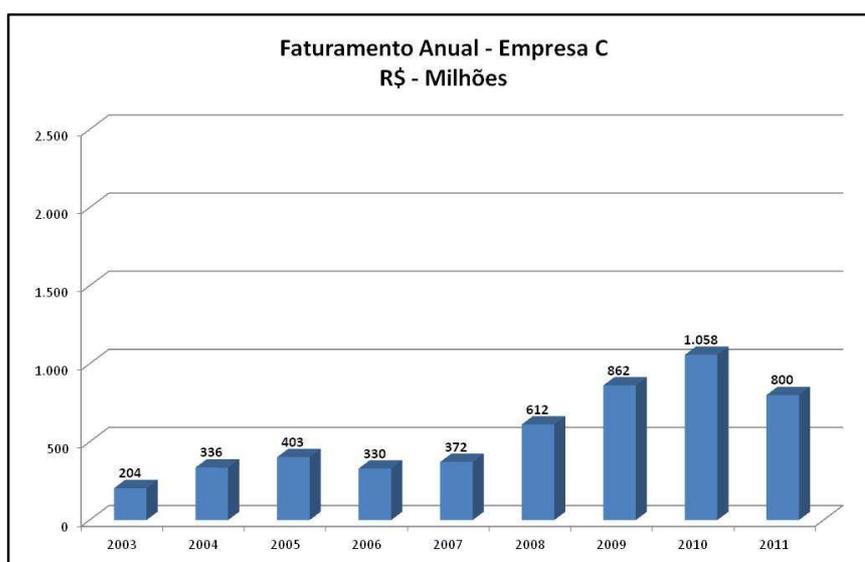
setores atendidos, podem ser destacados o petroquímico, químico, hidrogeração, mineração e siderúrgico. Exemplos de equipamentos fornecidos por essa empresa compreendem desde aqueles relacionados à movimentação de materiais (pontes rolantes, esteiras transportadoras de materiais) até os mais diversos equipamentos empregados em processos industriais (vasos de pressão, equipamentos para processamento de minérios entre outros).

O histórico desta empresa também demonstra uma série de incorporações, parcerias e fusões com outros grupos empresariais.

A empresa conta com uma equipe de aproximadamente 2000 colaboradores, distribuídos em duas plantas industriais localizadas no estado de São Paulo, sendo uma no interior do estado e outra na capital.

A figura 15 mostra a evolução do faturamento da empresa C, demonstrando, também, um crescimento expressivo no período observado, notadamente a partir de 2008.

Figura 15: Evolução de faturamento da empresa C.



Fonte: Elaborada a partir de dados da empresa

A empresa C também adota uma estrutura organizacional funcional. Possui uma área de Engenharia do Produto responsável pelas atividades do DP e segmentada em cinco áreas, sendo quatro delas por tipo de produto e uma área que presta serviço para as demais. Já o PCP, encontra-se estruturado em duas áreas, sendo elas o Planejamento de Longo Prazo e o Planejamento de Curto Prazo. Maiores detalhes sobre o DP e o PCP da empresa C serão apresentados nas seções 5.3.1 e 5.3.2.

5.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DAS EMPRESAS

A fim de realizar a classificação do Sistema de Produção das empresas estudadas foi utilizado o sistema multidimensional proposto por MacCarthy e Fernandes

(2000), apresentado na seção 2.2 do capítulo 2. Para tanto, foram levantadas informações sobre as variáveis de classificação apresentadas no quadro 2 em entrevista com representantes das empresas e visitas ao chão de fábrica.

Este trabalho de levantamento de informações foi realizado na etapa 1 da Fase 01 da pesquisa de campo e seu propósito foi fornecer maiores detalhes sobre o Sistema de Produção das empresas estudadas.

Com relação às variáveis do grupo de Caracterização Geral do modelo de classificação multidimensional foi observado:

- as três empresas possuem um grande número de funcionários (mais de 500);
- o tempo de resposta nos três casos é composto da soma entre LPr (*lead time* de projeto)+LS (*lead time* de suprimentos) +LP (*lead time* de produção) +LD (*lead time* de distribuição). Aspecto já esperado, tendo em vista que a ERD predominante é a ETO;
- com relação ao nível de repetição, nas três empresas houve uma certa dificuldade em classificá-las como Não-repetitivo ou como Grande Projeto. Isto ocorreu devido à alta variedade de produtos destas empresas, sendo que para determinadas linhas de produto a classificação como Não-repetitivo é a mais adequada, enquanto que para outras linhas a classificação é sem dúvida a de Grande Projeto;
- o nível de automação identificado nas empresas foi o normal, com elevada participação do ser humano, mesmo naquelas operações realizadas por máquinas de controle numérico.

No que se refere às variáveis do grupo de Caracterização do Produto observou-se que:

- as empresas possuem produtos que requerem elevado número de montagens (nível de multiprodutos);
- na empresa A para determinadas linhas de produtos o nível de customização é de produtos customizados, nos quais os clientes definem todos os parâmetros do *design* do produto, sendo que nesta circunstância o projeto do produto é fornecido pelo cliente. Na empresa B e C predominam produtos semi-customizados, circunstâncias nas quais os clientes determinam especificações básicas (parâmetros de funcionamento, capacidade, entre outros) e o detalhamento do projeto do produto é de responsabilidade da empresa – aspecto comum para algumas linhas de produto da empresa A;

- no que se refere ao número de produtos, todas são empresas de múltiplos produtos.

A análise das variáveis relacionadas ao grupo de Caracterização do Processo resultou nas seguintes observações:

- no que se refere ao tipo de *layout*, na entrevista na empresa A a classificação atribuída foi a de um *layout* em grupo (celular), porém observando as instalações fabris constata-se a existência de um *layout* misto, havendo certas áreas da fábrica segmentadas por produtos, nas quais o conjunto de processos necessários para atender um determinado grupo de produtos estão presentes e outras áreas com um *layout* funcional ou por processo (exemplo, área de corte e preparação de materiais, usinagem, etc.). Já nas empresas B e C, o *layout* foi classificado como funcional e a visita às instalações fabris confirmaram tal classificação;
- com relação ao tipo de estoque de segurança, em geral as três empresas não trabalham com estoque de segurança, tendo em vista que os materiais são comprados para atender às necessidades dos projetos específicos em carteira, porém nas três empresas foi possível observar a existência de materiais aguardando processamento antes do primeiro estágio (matérias-primas) e no caso da empresa A a existência de materiais entre os estágios de produção (aguardando montagem, por exemplo). Em grande medida, esta formação de estoques se dá devido à sobrecarga momentânea dos centros de trabalhos (resultando em atrasos de fabricação), atrasos ou revisões de projetos de engenharia ou ainda, problemas na coordenação entre as atividades no processo produtivo. Na empresa C o entrevistado destacou que para o caso de algumas chapas de aço mais utilizadas, procura-se trabalhar com um estoque mínimo de 20 toneladas;
- na classificação do tipo de fluxo, para empresa A foi atribuído o tipo de fluxo F5, processo multiestágio unidirecional que permite que estágios sejam pulados, já na empresa B e C, atribuiu-se o tipo de fluxo F10 como predominante, processo multiestágio multidirecional.

Em relação às variáveis do grupo de Caracterização da Montagem, foram observados:

- a montagem nas três empresas foi caracterizada como A3, montagem de produtos pesados, porém certa discussão girou em torno da diferenciação entre a montagem de um produto pesado (A3) e a montagem de um grande projeto (A2), principalmente pelo fato de que, em função do porte dos produtos, muitas montagens não são realizadas na empresa, mas sim no cliente;

- no que se refere ao tipo de organização do trabalho, as entrevistas nas empresas A e C resultaram numa classificação como grupo de trabalho e na empresa B como trabalhadores individuais. Com base nas observações realizadas no chão de fábrica e um retorno à teoria, o pesquisador pôde complementar esta análise, tendo em vista as considerações realizadas por MacCarthy e Fernandes (2000, p.490) sobre o assunto. Para o caso das empresas estudadas é possível constatar que nas áreas fabris onde predominam o *layout* funcional, a organização do trabalho é de trabalhadores individuais (número de trabalhadores é igual ao número de estações de trabalho), já naquelas onde o *layout* é por produto e principalmente nas operações de grandes montagens, a organização por grupos de trabalho pode ser observada.

O sistema básico de PCP empregado nas empresas atualmente é o MRP disponível no sistema ERP. Como ferramentas complementares são utilizadas planilhas eletrônicas de apoio, cronogramas e na empresa B também é utilizado o PERT/CPM. Aspecto comum nas empresas é o elevado número de customizações em seus sistemas ERP para adequação das funcionalidades ao contexto e necessidades dos Sistemas de Produção sob encomenda em questão (ETO).

A figura 16 mostra uma análise da configuração dos Sistemas de Produção estudados com base nas variáveis previstas no modelo de classificação multidimensional, a qual demonstra-se bastante coerente tendo em vista que as empresas, em relação ao nível de repetição, posicionam-se entre o Não-Repetitivo e Grandes Projetos. Aspecto também corroborado pelo fato de utilizarem o MRP como sistema básico de PCP e ferramentas complementares, relacionadas à gestão de Grandes Projetos, por exemplo, cronogramas.

Uma única disfunção (classificação de uma variável não condizente com o nível de repetição observado no Sistema de Produção) pode ser observada para o caso do tipo de *layout* na empresa A, o que, por sua vez, não pode ser considerado como um erro de configuração do sistema, mas sim uma adequação em função das necessidades de processo para fabricação dos produtos. Apesar de não ter produtos repetitivos, peças e subconjuntos aplicados nos produtos guardam grandes semelhanças entre si, possibilitando a configuração de um *layout* celular com padrão de fluxo *flowshop*.

Figura 16: Análise da configuração dos sistemas de produção estudados.

Outras variáveis	Nível de repetição do sistema de produção						
	Contínuo Puro	Semi contínuo	Produção em massa	Repetitivo	Semi repetitivo	Não repetitivo	Grandes projetos
Tamanho da empresa						△ ○ □	△ ○
Tempo de resposta						△ ○ □	△ ○ □
Nível de automação						△ ○ □	△ ○ □
Estrutura dos produtos							
Nível de customização						△ ○ □	
Número de produtos							
Tipos de Layout				△		△ ○ □	
Tipos de estoques de segurança						△ ○ □	
Tipos de fluxo							
Tipos de montagem						△ ○ □	○ □
Tipos de organização do trabalho							
Sistemas de planejamento e controle básico possível de ser escolhido	Uma planilha para controlar a taxa de fluxo	Uma planilha para programar o trabalho	Kanban	Kanban ou PBC	PBC ou OPT	MRP	PERT/CPM

Legenda: △ Empresa A ○ Empresa B □ Empresa C

Variáveis neutras no que se refere a análise de disfunções

Fonte: Elaboração própria

Com relação à classificação proposta por Burbidge (1981), vale destacar que as três empresas podem ser classificadas como produtos especiais no que se refere ao projeto do produto; baixo volume de produção (em função do número de unidades de produtos acabados produzidos); sistemas explosivos no que diz respeito à relação entre a variedade de materiais na entrada frente à saída de produtos. Essa configuração caracteriza-se como uma das situações mais complexas para realização do Controle da Produção, conforme destacado pelo autor em sua classificação.

5.2. OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE NA EMPRESA A

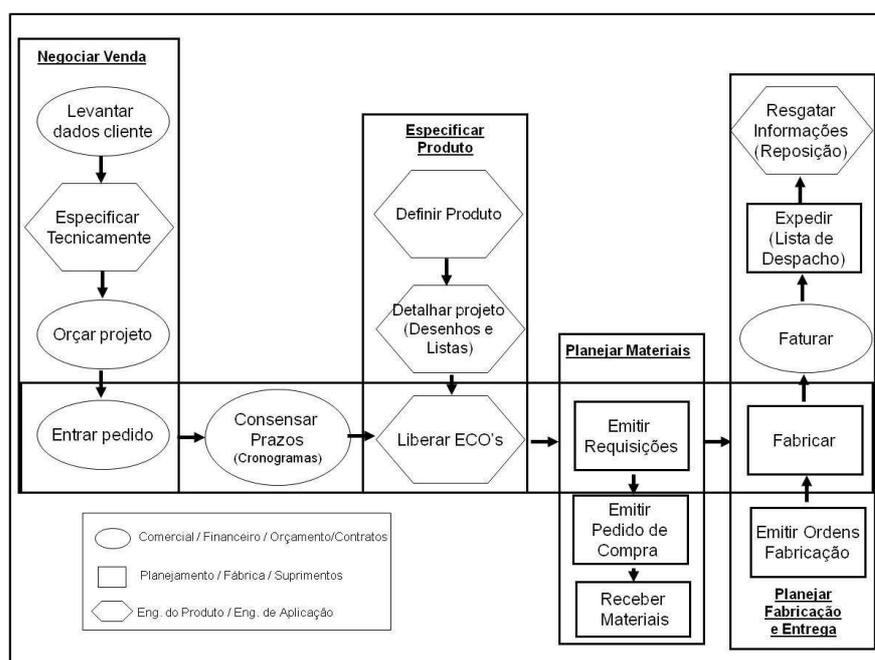
5.2.1. O PROCESSO DE NEGÓCIO ‘ATENDER PEDIDO’

O propósito desta seção é descrever de maneira geral o processo de negócio “Atender Pedido” observado na empresa A, demonstrando algumas atividades características do fornecimento de bens de capital sob encomenda, permitindo uma compreensão macro do contexto no qual as atividades de DP e PCP se desenvolvem.

A figura 17 mostra uma visão geral desse processo, destacando as principais áreas envolvidas e atividades realizadas. A fim de ilustrar o processo de atendimento de um pedido, optou-se por sua segmentação em quatro macro-fases (Negociar Venda, Especificar Produto, Planejar Materiais e Planejar Fabricação e Entrega).

O início do atendimento de um pedido se dá por meio do levantamento de dados sobre as necessidades do cliente. Nesse momento a área comercial faz uma primeira abordagem com o cliente a fim de obter os dados técnicos e dar início às negociações comerciais a respeito do fornecimento. Esses dados preliminares são tratados por uma Engenharia de Aplicação, a fim de desenvolver uma Proposta Técnica (PT) detalhada sobre o equipamento a ser fornecido – neste momento, diversas interações são realizadas com o cliente a fim de refinar e obter dados que permitam a correta especificação do produto.

Figura 17 – Principais áreas e atividades do processo ‘atender pedido’.



Fonte: Elaborada a partir de observação na empresa A.

Concluída a etapa de elaboração da PT pela área de Engenharia de Aplicação, a mesma é encaminhada para a área de Orçamentos, a fim de que os custos envolvidos no fornecimento sejam estimados e possibilitem que a área comercial forme o preço de venda. Importante destacar que na etapa de orçamentação, diversas áreas da empresa são consultadas a fim de fornecer dados e informações que possibilitem maior precisão nas estimativas a serem apresentadas. Exemplos a este respeito são caracterizados pela interação com Suprimentos a fim de realizar consultas a fornecedores e da Engenharia Industrial ou de Processos sobre tempos e métodos a serem empregados para fabricação dos equipamentos. Nesta fase o PCP também é consultado pela área comercial sobre estimativas de prazos de entrega. Além disto, diversas informações de histórico de fornecimento também são utilizadas, destacando a importância do compartilhamento de informações.

Concluída a etapa de orçamentação e com a PT finalizada, a área Comercial negocia a venda com o cliente e a partir do momento de sua efetivação é realizada a entrada do pedido na empresa, momento no qual as demais áreas são oficialmente acionadas para dar início ao processo de fornecimento do equipamento. Nessa ocasião, uma cópia da PT é encaminhada pela área Comercial para as áreas de Administração de Contratos, PCP, Suprimentos e Engenharia do Produto.

Além da PT, é disponibilizada também uma cópia do pedido interno de vendas. Essa disponibilização inicial de informações é realizada a fim de que os envolvidos tomem conhecimento das condições negociadas com o cliente no que se refere a requisitos técnicos do produto, prazos e condições de entrega.

É comum nesse momento que as áreas designem responsáveis para cuidar do processo de fornecimento em questão, ficando esse como responsável por cuidar dos assuntos pertinentes àquele fornecimento no que se refere ao escopo de atuação da sua área funcional. Cada fornecimento é tratado como um projeto e estas pessoas são designadas como membros da equipe de projeto, porém de modo informal.

Uma das primeiras atribuições desta equipe de projeto é obter o consenso de prazos, que consiste basicamente na definição e validação do cronograma de atividades para entrega do equipamento e discussão das informações previamente disponibilizadas, envolvendo o esclarecimento de dúvidas e possíveis sugestões para o correto atendimento dos requisitos especificados.

Após a conclusão do cronograma de fornecimento, a Engenharia do Produto realiza a especificação do produto, partindo dos dados iniciais disponíveis na PT e análises de engenharia, o produto é definido tecnicamente resultando na elaboração de desenhos, listas e especificações de materiais. Estas informações são liberadas para a área de PCP, por meio das *Engineering Change Orders* (ECO) ou Ordens de Alteração de Engenharia.

A partir do momento em que as listas de materiais e desenhos são recebidos na área de PCP, inicia-se o processo de planejamento de materiais. Este processo envolve a emissão de requisições para provisionamento de materiais disponíveis em estoque e requisições de compra para materiais não disponíveis. Quando da emissão de requisições de compra, estas são encaminhadas para área de Suprimentos, a fim de que fornecedores sejam acionados, para o suprimento de tais necessidades em termos de especificação dos materiais, quantidades e prazos indicados nas requisições oriundas do PCP. Este processo se encerra na efetivação do recebimento dos materiais solicitados.

Concluída a etapa de planejamento de materiais, inicia-se o processo de planejamento da fabricação e entrega do produto. Neste processo, além da área de PCP, atuam também as áreas de Engenharia Industrial/Processos (elaboração de croquis, roteiros e processos de fabricação) e Qualidade (elaboração de planos de inspeção e testes). Essencialmente ao PCP cabe a emissão das Ordens de Fabricação e o detalhamento dos planos e programas de fabricação que orientarão a execução das atividades no chão de fábrica (atividades de médio e curto prazo).

A entrega do produto é tratada neste momento em virtude das elevadas dimensões dos equipamentos e do fato de que em muitas situações o produto é expedido em partes após a conclusão de etapas intermediárias de fabricação.

Pelo fato de se tratarem de produtos altamente customizados (projeto e fabricação sob encomenda), é de suma importância o registro de todas as informações e alterações de produto ocorridas ao longo deste processo, a fim de que em fornecimentos futuros, sejam eles de equipamentos completos para o mesmo cliente ou prestação de serviços de manutenção e fornecimento de peças de reposição, estas informações possam ser resgatadas.

Apesar desse processo ter sido apresentado de forma macro e sequencial, destaca-se que no atendimento de pedido desse tipo de empresa a quantidade de interações entre as áreas e o fluxo bidirecional de informações é elevado, intensificando a necessidade de comunicação eficiente e colaboração entre as áreas para que os requisitos do cliente e objetivos de desempenho da empresa sejam atingidos. Aspecto que exemplifica esta colocação pode ser demonstrado pela liberação em partes do projeto do produto, ou seja, à medida que a Engenharia do Produto conclui o projeto de uma parte do equipamento (conjuntos, subconjuntos ou até mesmo peças), estas são liberadas para que as providências de planejamento e fabricação sejam tomadas, havendo grande necessidade de coordenação das atividades, a fim de que retrabalhos e erros não ocorram.

5.2.2. PROBLEMAS TÍPICOS OBSERVADOS

A observação do processo 'Atender Pedidos' na empresa A, possibilitou a identificação de alguns problemas recorrentes, caracterizados aqui como problemas típicos observados.

O quadro 12 mostra estes problemas, ressaltando suas principais causas e impactos observados nesse processo, caracterizando oportunidades de melhoria que podem ser exploradas.

Quadro 12: Problemas típicos observados no processo ‘Atender Pedidos’ na empresa A

Item	Problema	Causa Principal	Impacto no Processo
01	Dados e informações iniciais sobre requisitos do cliente incompletos ou inconsistentes	Baixa interação entre comercial e engenharias de aplicação e produto. Informações insuficientes por parte do cliente neste momento.	Atrasos e dificuldades para concluir a PT. Erros de especificação nas etapas seguintes do processo.
02	Desvios entre o que está previsto na PT e o que efetivamente foi projetado	Não cumprimento do que está especificado na PT pela engenharia ou correções realizadas pela engenharia sem a devida revisão da PT.	Não atendimento do requisito do cliente. Aquisição e fabricação de materiais desnecessários. Aumento dos estoques. Divergências de custos.
03	Desvios entre informação de projeto e itens gerados na fabricação ou compra	Falta de retorno de informações para a Engenharia de Produto .	Projeto em desacordo com equipamento efetivamente fornecido.
04	Atrasos em relação aos prazos negociados em cronogramas	Falhas de coordenação e comunicação entre as áreas. Não utilização do cronograma como ferramenta de gestão e coordenação das atividades.	Não cumprimento de prazos acordados com cliente interno e externo.
05	Elevado número de revisões de projeto	Inconsistência nos dados e informações previamente disponibilizados.	Retrabalho devido a alterações em etapas avançadas de execução. Custos não previstos. Atividades realizadas com informações obsoletas.
06	Prazos reduzidos para consecução das atividades	Pressuposto de que o prazo não será cumprido.	Pressão desnecessária e erros nas atividades.

Fonte: Elaboração própria

Uma análise preliminar destes problemas demonstra sua relação direta com a falta de integração entre as áreas envolvidas, pois notadamente são verificadas deficiências relacionadas à interação (comunicação e compartilhamento de informações) e colaboração (pré-disposição para condução do trabalho conjuntamente e confiança mútua).

5.2.3. AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INTEGRAÇÃO ENTRE DP E PCP

A fim de se avaliar o nível de integração existente entre DP e PCP na empresa A, foram realizadas entrevistas com profissionais das áreas de Engenharia do Produto e PCP. Quatro entrevistas foram realizadas, sendo duas com profissionais da Engenharia do Produto e duas com profissionais do PCP. Estas entrevistas foram conduzidas utilizando-se o roteiro de entrevista apresentado no Apêndice D.

Com base nas informações obtidas junto aos representantes dessas áreas, ficou evidente que ocorre pouca interação entre DP e PCP. O DP e PCP se comunicam efetivamente apenas no início do processo de atendimento do pedido, para definir prazos na ‘Reunião de Consenso’ e em alguns momentos específicos no decorrer do projeto e fabricação para:

- (i) PCP cobrar prazos não atendidos pelo DP;
- (ii) PCP informar dúvidas ou problemas levantados nos projetos pelo próprio planejador do equipamento ou por colaboradores das áreas de apoio da manufatura (Engenharia Industrial/Processos ou Qualidade);
- (iii) Esporadicamente, projetistas da Engenharia de Produto, buscam informações da produção via PCP referente a materiais disponíveis em estoque ou limitações dos equipamentos disponíveis no processo de produção.

Quando questionados sobre em qual aspecto o PCP poderia contribuir nas atividades do DP, um dos entrevistados indicou que uma maior velocidade no retorno de informações seria necessária. O outro destacou que uma efetiva comunicação das alterações realizadas durante a produção, para atender às condições de manufaturabilidade ou montagem, seria extremamente útil para a Engenharia adequar sua base de dados em relação ao material enviado efetivamente ao cliente – aspecto crucial em futuras manutenções ou fornecimento de peças de reposição.

Em relação ao incentivo por parte da empresa para promover formas de integração entre as áreas, os entrevistados foram unânimes em afirmar que quando ocorrem problemas, são duramente cobrados nos casos em que houve falhas de comunicação entre as áreas. No entanto, não existem mecanismos formais na empresa que conduzam a uma comunicação mais efetiva entre as áreas, ou seja, os incentivos à integração só ocorrem quando da necessidade de solucionar problemas já ocorridos.

A questão é: como fazer com que DP e PCP trabalhem de maneira integrada? Um dos entrevistados destacou que acha necessário que esta integração ocorra, mas ao mesmo tempo é difícil, pois as atividades diárias da Engenharia do Produto e do PCP são bastante distintas, consumindo grande carga de seu tempo. O segundo entrevistado indicou que uma proximidade física maior entre as áreas seria interessante a fim de estreitar o relacionamento.

Nas entrevistas com os representantes do PCP, mais uma vez foi possível notar que o grau de interação entre DP e PCP é baixo. Eles também destacaram a comunicação que ocorre no início do projeto, na ‘Reunião de Consenso’, salientando que aspectos técnicos ou dúvidas sobre a PT são pouco tratados nesta reunião, concentrando-se nas questões de

definição de datas para liberações de projetos e negociações de prazos entre as áreas de Engenharia do Produto, PCP, Suprimentos e Administração de Contratos, a fim de atender o prazo de entrega previamente acordado com o cliente.

Com relação a qual aspecto o DP poderia contribuir nas suas atividades, observa-se que o maior problema encontrado pelas áreas de PCP está relacionado ao elevado número de revisões de projetos, as quais comprometem os processos de compra de materiais e o andamento da produção (aumento de *work-in-process*, retrabalhos, refugo de materiais e aumento de estoques). Neste sentido, eles indicam que uma maior atenção no DP, quando da elaboração e liberação dos projetos, seria importante para minimizar o número de revisões.

Em relação ao incentivo por parte da empresa para a promoção da integração entre as áreas, foi informado que a pressão que ‘vem de cima’ ocorre no sentido de atender ao cliente, no que diz respeito a prazos e qualidade e manter os custos dentro do orçamento do projeto, não havendo uma diretriz clara no sentido de promover uma maior integração intra-organizacional. Também foi destacado que uma maior integração é incentivada, ou até mesmo cobrada, quando da necessidade de solução de problemas, principalmente aqueles relacionados ao atendimento de prazos.

Foi apontada a aproximação física como uma possível solução para que o DP e PCP trabalhem de forma mais integrada. Essa observação justifica-se pelo fato da Engenharia de Produto que predominantemente envia projetos para esta área de PCP do entrevistado, encontrar-se a 230 km de distância, dificultando o processo de comunicação (predominam comunicações por *e-mail* em detrimento de comunicações pessoais e ações conjuntas para solução de problemas). Um maior compartilhamento de informações também foi sugerido como uma possível solução.

Com base na observação-participante dos processos que fazem parte das interfaces destas áreas foi possível observar as seguintes situações:

- existência de resistências culturais em se compartilhar informações e conhecimentos – não compartilhamento de dados e informações em bases de dados comuns;
- o processo de negócio, assim como a sequência de atividades e suas interdependências não estão claras para as pessoas ou ficam embasadas em suposições (“imagino que a próxima etapa precisa da minha informação deste jeito”), ou seja, não há um alinhamento claro entre as áreas – falta colaboração e visão de processos;
- os controles de engenharia são deficientes e não padronizados no que se diz respeito ao controle do envio de documentos e controle de revisões, porém, quando da

observação destes fatos, havia um esforço da companhia na implantação de um sistema PDM;

- a extrema influência do cliente no projeto com a inexistência de mecanismos formais que inibam alterações em estágios avançados do projeto e fabricação torna-se um problema, elevando o número de alterações em projeto sem um efetivo conjunto de alterações de preço e prazo (falta formalização e aplicação das ferramentas e mecanismos de gerenciamento de projetos);
- a falta de padronização na consecução de atividades tanto das áreas de Engenharia do Produto, quanto dos PCPs, dificulta a integração entre as áreas. Por exemplo, é pouco praticado o compartilhamento de padrões entre as Engenharias de Produto na elaboração dos projetos; os PCPs não utilizam o MRP e MRP II, disponível no ERP da companhia, de maneira uniforme, alguns alimentam corretamente e tomam suas ações utilizando as ferramentas disponíveis e outros não – isso permitiria que as áreas de engenharia pudessem verificar o real estágio de fabricação dos equipamentos antes da condução de alterações de projetos.

Importante destacar-se que por conta do tamanho da empresa e da heterogeneidade de segmentos industriais e consequentemente clientes que ela atende, observou-se uma extrema diversidade de condutas de trabalho, tanto nas Engenharias de Produto para consecução do DP, quanto nos PCPs em suas atividades, ressaltando a necessidade de padronização de processos na empresa e aumento da integração entre as áreas funcionais.

5.3. ESTUDO DE CASO NAS EMPRESAS B E C

5.3.1. CARACTERIZAÇÃO E ENTENDIMENTO DO DP NAS EMPRESAS

Esta seção tem como objetivo apresentar informações que caracterizem o DP nas empresas B e C, assim como explorar aspectos críticos referentes à sua integração com a área de PCP, tendo sempre em vista o processo de atendimento de um pedido ou encomenda.

A fim de realizar tal caracterização, o roteiro de entrevistas apresentado no Apêndice B aborda os seguintes aspectos:

- N° de funcionários da área;
- Estrutura organizacional, segmentação de funções e responsabilidades;
- Objetivos de desempenho prioritários;
- Sistemas e ferramentas empregados;

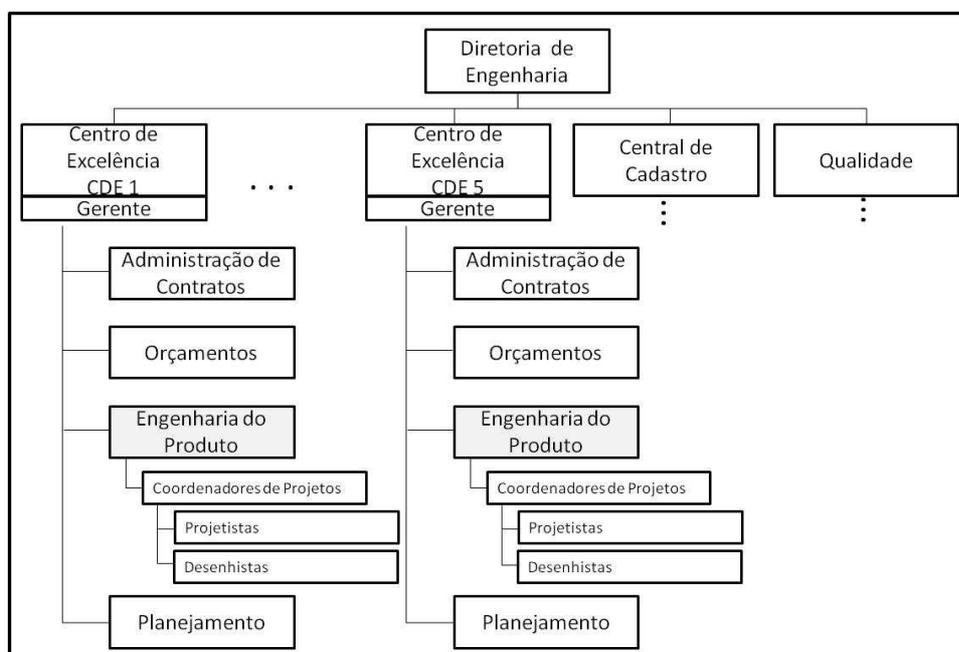
- Rotinas e procedimentos existentes;
- Principais dificuldades encontradas para realização do DP;
- Indicadores de desempenho utilizados para monitoração do processo de DP;
- Grau de participação das demais áreas funcionais no DP;
- Mecanismos e formas de comunicação para compartilhamento de informações com o PCP;
- Aspectos referentes à colaboração com a área de PCP.

Além destes aspectos, durante a entrevista, o pesquisador buscou obter dados junto ao entrevistado que possibilitassem entender como ocorre o DP na empresa, salientando suas entradas, atividades desenvolvidas e saídas geradas, com intuito de explorar as relações cliente-fornecedor interno entre as áreas funcionais, assim como suas interdependências.

Nas empresas B e C o DP é conduzido pela área denominada Engenharia do Produto, conforme destacado em suas caracterizações.

Na empresa B a área de Engenharia do Produto encontra-se subordinada ao CDE pertinente ao seu grupo de produtos, que, por sua vez, encontra-se subordinado à Diretoria de Engenharia. A figura 18 mostra o organograma ao qual a Engenharia de Produto está vinculada.

Figura 18: Organograma da Engenharia do Produto da empresa B.



Fonte: Elaboração própria a partir de informações da empresa B

Além dos CDE's, encontram-se subordinadas à Diretoria de Engenharia as áreas Central de Cadastro e Qualidade. A área Central de Cadastros é recente na empresa e foi criada a fim de melhorar o processo de cadastro de itens no sistema ERP, uma vez que

anteriormente esta atividade era desenvolvida pelos projetistas do CDE, resultando em baixa qualidade e duplicidade dos itens cadastrados, além de tomar um tempo significativo destes profissionais.

O entrevistado foi um projetista de um dos CDE's. Segundo ele, a área de Engenharia do Produto conta com um total de 95 funcionários, sendo que em seu CDE trabalham 15 colaboradores, distribuídos nas funções de Coordenador de Projetos, Projetista e Desenhista.

Aos coordenadores de projeto cabem as atividades de coordenação da equipe de projetistas e desenhistas sob seu comando, participação em reuniões de acompanhamento de projetos (representando a Engenharia do Produto) e solução de problemas nas interfaces com as demais áreas e com o cliente. Os projetistas são responsáveis pelo detalhamento técnico dos produtos, envolvendo a realização de cálculos e estudos para o dimensionamento dos equipamentos e elaboração de desenhos de conjunto geral (desenhos que mostram a configuração do produto final). Os desenhistas, a partir das informações geradas pelos projetistas, fazem o detalhamento dos desenhos de conjuntos, subconjuntos e peças.

Projetistas e desenhistas trabalham em grande interação com a Central de Cadastros em virtude da necessidade de criação de códigos para codificação de desenhos. Ao final da elaboração dos desenhos, esses são disponibilizados para verificação dos projetistas e posteriormente para aprovação dos coordenadores. Esse fluxo de elaboração, verificação e aprovação de desenhos é realizado no sistema PDM da empresa e ao final do processo, ficam a disposição para consulta e solicitação de cópias pelas áreas que deles precisem. O cadastro das listas de materiais no ERP é uma atribuição da área de planejamento, também vinculada ao CDE.

A fim de compreender quais objetivos de desempenho são priorizados para condução do DP na empresa B, o entrevistado foi solicitado a atribuir uma ordem de importância aos cinco objetivos de desempenho apresentados na questão 3 do roteiro do Apêndice B. A classificação obtida é apresentada no quadro 13.

Quadro 13: Classificação dos objetivos de desempenho para o DP na empresa B

Classificação	Objetivo de Desempenho
1º	Custo
2º	Pontualidade
3º	Rapidez
4º	Qualidade
5º	Flexibilidade

Fonte: Elaboração própria

De acordo com o entrevistado o objetivo de desempenho relacionado a custo é constantemente perseguido pela área a fim de que as condições orçadas nos projetos sejam cumpridas, assegurando a lucratividade das encomendas e a pontualidade também é fundamental, tendo em vista que afeta o prazo de entrega do equipamento e conseqüentemente o relacionamento com o cliente. Em relação à rapidez o entrevistado destacou que com o passar do tempo os prazos de entrega tem sido reduzidos e por isso, desenvolver projetos de forma mais rápida tem impacto direto na pontualidade. Para ele, a qualidade é algo intrínseco à atividade de DP, ou seja, os dados e informações gerados devem atender plenamente os requisitos colocados pelo cliente e necessários para o bom funcionamento e operação dos equipamentos projetados.

Algo observado posteriormente pelo pesquisador foi o fato de que os objetivos classificados pelo entrevistado encontram-se expressos na mesma ordem de importância na política da qualidade da empresa.

Em relação aos sistemas e ferramentas de tecnologia utilizados para auxiliar a consecução do DP, o entrevistado informou que são utilizados *softwares* CAD 2D e 3D para elaboração de desenhos, ERP para consulta a cadastros de materiais, um sistema PDM desenvolvido internamente – no qual são armazenados e disponibilizados os desenhos e documentos de engenharia para consultas das demais áreas.

Ao ser questionado sobre as principais dificuldades encontradas no processo de DP, o entrevistado apontou a disponibilidade de informações por parte do cliente para subsidiar a elaboração do projeto, tendo em vista que muitos dados do cliente são necessários, os quais nem sempre estão disponíveis ou apresentam a consistência necessária.

Sobre a documentação e padronização do PDP, o entrevistado apontou a existência de procedimentos internos que detalham e especificam as atividades que devem ser seguidas pela Engenharia do Produto na condução do DP e determinam os locais de armazenagem das informações geradas. Segundo ele, o sistema PDM disponível auxilia a passagem de diversas informações por meio do envio de notificações eletrônicas a destinatários pré-determinados, porém, além disto, com a área de Planejamento, pelo fato de estarem muito próximos fisicamente, diversos contatos pessoais e troca de informações são realizados no sentido de se refinar as informações disponibilizadas pelos meios oficiais.

Em relação à existência de indicadores de desempenho para monitoração do DP, o entrevistado relatou a existência de um sistema de medição de desempenho na empresa composto por 140 indicadores. No que se refere à Engenharia de Produto, os indicadores são monitorados pelos coordenadores de projetos e medem essencialmente a pontualidade de

entrega dos projetos, os custos relacionados a não conformidades atribuídas à Engenharia do Produto e comparativos entre previsto e realizado (custos, pesos e horas de projeto). De um modo geral, são indicadores voltados para a medição dos resultados das atividades de engenharia e suas saídas.

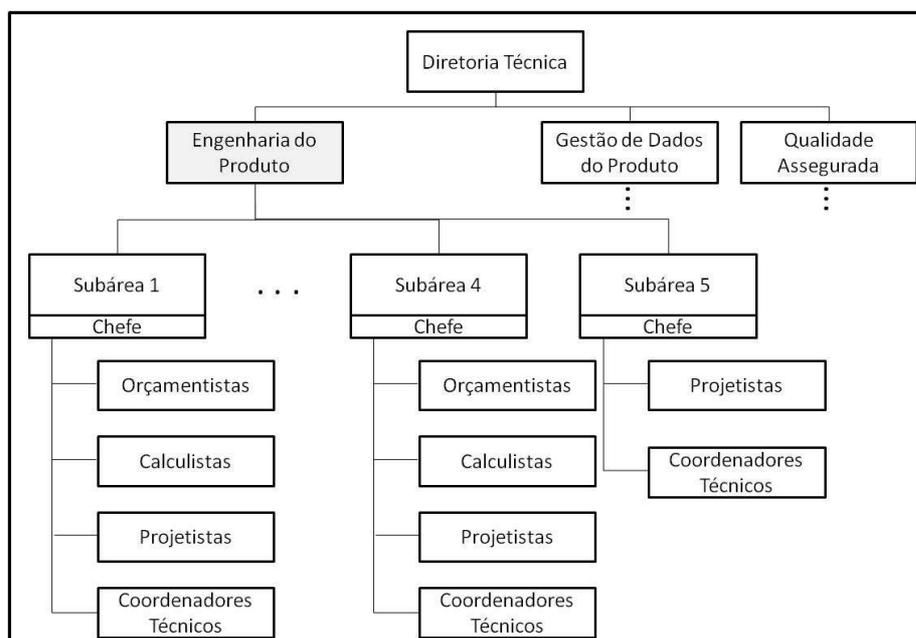
Sobre a determinação dos prazos a serem cumpridos pela Engenharia, segundo o entrevistado, em reunião com representantes das áreas envolvidas no fornecimento (aquelas subordinadas ao CDE, mais suprimentos e planejamento central), é determinada uma ‘barra’ de Engenharia no cronograma, especificando data de início e fim do DP e posteriormente as datas intermediárias são detalhadas na própria área de Engenharia do Produto com a participação dos projetistas e desenhistas, respeitando a sequência de necessidades de informações da área de planejamento. O acompanhamento e atualização destes prazos é realizado pelo coordenador de projetos, o qual informa as demais áreas sobre o andamento das atividades.

Ao ser solicitado a classificar as áreas que mais participam do DP na empresa, o entrevistado destacou que Engenharia de Processos, PCP e Produção atuam de modo equivalente, tendo em vista que são as áreas que mais utilizam os dados e informações gerados no DP e, desta forma, são os que mais contribuem para a melhoria e correções no DP. A seguir foram classificadas as áreas de Qualidade e Vendas, porém com participação menos incisiva no DP.

Na empresa C a área de Engenharia do Produto encontra-se segmentada em cinco subáreas, sendo quatro delas voltadas para o atendimento de segmentos de negócios específicos (relacionados aos tipos de equipamentos que são desenvolvidos, por exemplo, equipamentos para Óleo e Gás) e uma área que presta serviços às outras quatro, desenvolvendo o projeto elétrico dos equipamentos.

A entrevista foi conduzida com o chefe de uma das subáreas da Engenharia do Produto.

A Engenharia do Produto está subordinada à Diretoria Técnica e conta com uma equipe de 100 colaboradores distribuídos nas funções de Chefe da subárea, orçamentistas, calculistas, projetistas e coordenadores técnicos. Uma representação de seu organograma é mostrada na figura 19.

Figura 19: Organograma da Engenharia do Produto da Empresa C.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da empresa C

As responsabilidades e atribuições dos chefes das subáreas estão relacionadas a gerir a equipe, monitorar os resultados de seus processos por meio de indicadores de desempenho e auxiliar membros da equipe na solução de problemas. Os orçamentistas são responsáveis por desenvolver orçamentos detalhados (estimativas de pesos e horas) para cotações que estão sendo desenvolvidas pela área comercial, auxiliando a formação de preços das propostas técnicas e comerciais.

A partir do momento em que um pedido de venda é concretizado, os calculistas, projetistas e coordenadores técnicos são acionados. Os calculistas têm como atribuições a elaboração de memoriais de cálculos de equipamentos, cálculos e análises que permitirão o dimensionamento físico dos equipamentos, de modo a atender os requisitos dos clientes. Aos projetistas cabem as atribuições e responsabilidades relacionadas à elaboração do projeto detalhado dos equipamentos – desenho de conjuntos e peças que compõem o produto. Os coordenadores técnicos são responsáveis pelas questões relacionadas à administração dos projetos que estão sendo desenvolvidos na subárea, atuando, também, nas interfaces com as demais áreas funcionais internas e com clientes.

Além desta equipe que está diretamente ligada ao DP na empresa, duas outras áreas têm participação expressiva neste processo: a) Gestão de Dados do Produto (GDP); b) Métodos e Processos.

A área de GDP, também subordinada à Diretoria Técnica é responsável pela codificação e cadastro de materiais, cadastro de listas de materiais de engenharia no sistema

ERP e atualização de datas de engenharia em cronogramas compartilhados com a área de PCP.

A equipe da área de Métodos e Processos, subordinada à Diretoria Industrial, além de sua atividade principal relacionada à elaboração de roteiros e processos detalhados de fabricação, auxilia o DP na realização de revisões de projetos antes de sua liberação para fabricação. Essa revisão tem importância fundamental para consistência do projeto elaborado no DP, pois nela são verificadas as condições de manufaturabilidade do produto, tendo em vista os recursos disponíveis nas instalações fabris, tanto em termos tecnológicos, quanto em termos de segurança – refinando o projeto e minimizando as necessidades de revisões futuras, após sua liberação.

A classificação dos objetivos de desempenho prioritários para a área de DP na empresa C é apresentada no quadro 14, conforme discussão com o entrevistado.

Quadro 14: Classificação dos objetivos de desempenho para o DP na empresa C

Classificação	Objetivo de Desempenho
1º	Qualidade
2º	Pontualidade
3º	Custo
4º	Rapidez
5º	Flexibilidade

Fonte: Elaboração própria

Segundo o entrevistado, o objetivo de desempenho relacionado à qualidade é considerado como prioritário para a área de DP, pois está associado diretamente ao atendimento dos requisitos dos clientes, atendimento do escopo do projeto do equipamento em questão e à precisão/qualidade dos dados gerados no DP. A pontualidade é outro objetivo de extrema importância, pois tem impacto direto no cumprimento do prazo de entrega do equipamento – fator crítico de sucesso para o fornecimento de bens de capital com base na ERD ETO. O objetivo de custo vem a seguir, representando a preocupação da engenharia com o atendimento das condições inicialmente orçadas, as quais garantirão a ‘saúde’ financeira e a viabilidade das encomendas.

Uma dificuldade bastante pronunciada encontrada no DP, segundo o entrevistado, está relacionada à disponibilidade dos dados de entrada do cliente em versão final (informações técnicas que subsidiarão o DP). Segundo ele, o cliente fornece algumas informações no início do processo, porém as mesmas vão sendo alteradas ao longo do tempo, gerando retrabalhos. Outra dificuldade apontada diz respeito aos prazos restritos para

elaboração do projeto do produto, reduzindo substancialmente o tempo dedicado para análises e verificações dos projetos.

Na empresa C o DP é documentado e padronizado. Fluxogramas e procedimentos especificam as atividades a serem desenvolvidas, formas e locais de armazenagem das informações recebidas e geradas. A empresa dispõe de um sistema PDM no qual a Engenharia do Produto, Métodos e Processos e GDP inserem dados do produto (desenhos, especificações técnicas, instruções de trabalho entre outros), tornando-os disponíveis para consulta das demais áreas que façam uso dos mesmos em suas atividades. Outra forma de disponibilização de dados e informações do produto ocorre por meio da liberação de listas de materiais no sistema ERP da empresa.

Grande parte desta formalização e organização do DP foi influenciada pelo fato da empresa ter se certificado na norma ISO 9000 e também pelo fato de ser auditada por inspetores externos quando do fornecimento de equipamentos para Petrobrás.

De acordo com o entrevistado existem indicadores de desempenho na empresa para monitoração do DP. Estes indicadores estão vinculados ao Sistema de Gestão da Qualidade e monitoram as horas utilizadas no DP (orçadas versus realizadas), o peso dos equipamentos (orçado versus projetado), a pontualidade de entrega dos projetos e o custo de não conformidades geradas por inconsistências nas informações geradas no DP.

Em relação aos prazos que devem ser cumpridos pelo DP no processo de atendimento de encomendas, o entrevistado destacou que os mesmos são compartilhados em cronogramas elaborados pela área de planejamento. Estes prazos são determinados em função do prazo de entrega do equipamento, do *lead time* de aquisição de certos materiais críticos e pelo *lead time* de fabricação. O acompanhamento e a atualização destes prazos são de responsabilidade dos coordenadores técnicos, os quais devem informar qualquer desvio ou alteração para a área de GDP, a fim de que a mesma faça a atualização do cronograma.

Sobre a participação das demais áreas funcionais no DP, o entrevistado salientou a atuação da área de Métodos e Processos (auxílio na verificação de projetos), Suprimentos (retorno de informações sobre os itens comprados, pois influenciam o dimensionamento dos equipamentos) e da Produção (retorno de informações para o DP).

Sobre o processo de revisão de informações já liberadas pela Engenharia do Produto (desenhos e listas de materiais), tanto na empresa B, quanto na empresa C, toda a comunicação é realizada utilizando recursos dos sistemas informatizados, envolvendo a existência de recursos que sinalizam a necessidade de interrupções da fabricação dos itens afetados por revisões (mensagens são direcionadas automaticamente ao PCP). Porém nas duas

empresas, destacou-se a existência de contatos pessoais ou por telefone para notificar o PCP sobre a revisão de informações.

Em relação ao retorno de informações sobre alterações ou modificações de projeto identificadas por outras áreas da empresa e que demandam revisão de projeto, segundo os entrevistados, nestas circunstâncias as áreas devem gerar solicitações formais para que a engenharia seja notificada e possa tomar as ações pertinentes. Na empresa B, os próprios desenhos ou documentos impressos são utilizados para que sejam indicadas as necessidades de alterações, os quais são encaminhados para a área de Engenharia pelo solicitante da modificação, acompanhado de um formulário no qual algumas informações complementares sobre a alteração são prestadas (Pedido de Revisão). Na empresa C, esta comunicação é intermediada pela área de Métodos e Processos, a qual realiza uma análise preliminar das alterações solicitadas, ‘filtrando’ as informações que efetivamente devem chegar ao DP.

Nas duas empresas a comunicação entre DP e PCP é realizada utilizando-se *e-mails*, reuniões, telefonemas e contato pessoal, dependendo da urgência e gravidade do problema a ser tratado. O entrevistado da empresa C destacou que as reuniões poderiam ser mais frequentes e objetivas a fim de melhorar a comunicação entre estas áreas.

Como atividades nas quais a área de PCP poderia participar de forma mais ativa no DP, o entrevistado da empresa C indicou a possibilidade de fornecer mais subsídios para o planejamento das atividades de engenharia, fornecendo prazos mais adequados para que a Engenharia possa desenvolver suas atividades, em vista do fato de que atualmente parte-se do pressuposto de que a Engenharia irá atrasar em relação aos prazos negociados nos cronogramas e desta forma são solicitados prazos mais curtos de modo a reservar alguma margem de folga nas atividades. Já o entrevistado da empresa B, destacou que o PCP poderia atuar de maneira mais ativa no DP por meio do auxílio com informações sobre limitações de processos fabris e necessidades relacionadas ao transporte do equipamento – segundo ele, estas são informações que afetam o dimensionamento dos equipamentos e são causas frequentes de revisões de projeto após a liberação.

Com relação às necessidades de PCP levadas em conta para consecução do DP, são considerados essencialmente o prazo previsto para disponibilização de desenhos e listas de materiais, as necessidades de aproveitamento de materiais disponíveis em estoque (auxílio ao PCP para redução de estoques), porém os principais conflitos/dificuldades estão relacionados ao cumprimento de prazos.

As informações levantadas junto às empresas B e C permitem inferir que o foco do DP nessas empresas é garantir o atendimento dos requisitos técnicos e funcionais associados ao fornecimento em questão (escopo do produto), além da disponibilização e manutenção de dados e informações precisas sobre o projeto do produto. A prioridade do DP, observada pela classificação dos objetivos de desempenho pelos entrevistados, é fortemente influenciada pela pontualidade e pelo custo (atenção aos valores previamente orçados).

5.3.2. CARACTERIZAÇÃO E ENTENDIMENTO DO PCP NAS EMPRESAS

Esta seção tem como objetivo apresentar informações que caracterizem o PCP nas empresas B e C e explorar aspectos críticos referentes à sua integração com a área de DP no processo de atendimento de um pedido ou encomenda.

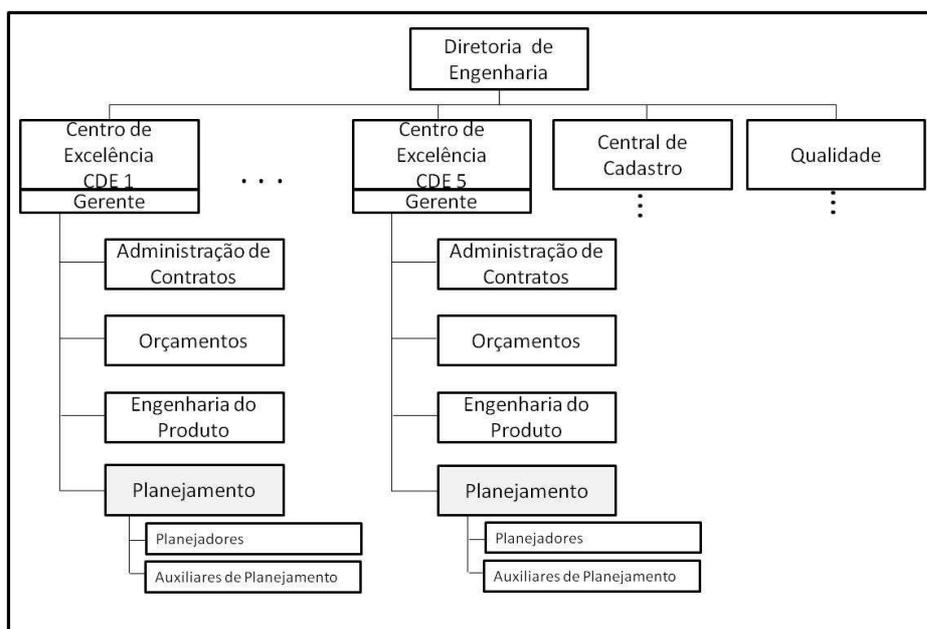
A fim de realizar tal caracterização, o roteiro de entrevistas apresentado no Apêndice C aborda os seguintes aspectos:

- N° de funcionários da área;
- Principais atividades desenvolvidas;
- Objetivos de desempenho prioritários;
- Sistemas e ferramentas empregados para troca de informação com o DP;
- Principais dificuldades encontradas na interação com o DP;
- Aspectos sobre o compartilhamento de informações com o DP;
- Formas de colaboração entre DP e PCP.

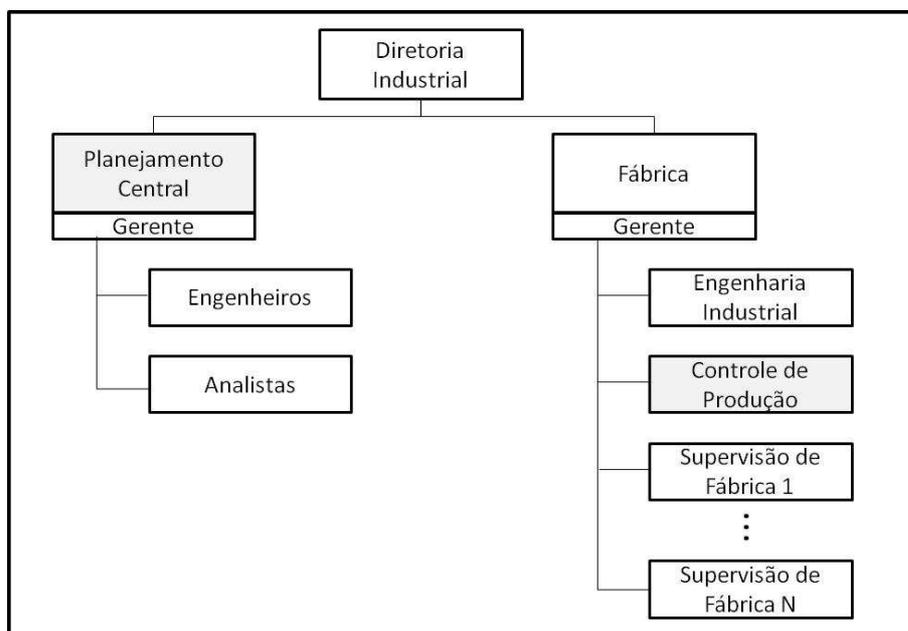
Além destes aspectos, durante a entrevista realizada na etapa 1 da Fase 01 da pesquisa (mostrada na figura 11), foram levantadas informações sobre o organograma do PCP, a segmentação das atividades de longo, médio e curto prazo e sobre os sistemas e ferramentas utilizados para auxílio nas atividades de PCP.

Na empresa B as atividades de PCP estão distribuídas em três áreas: Planejamento, subordinado ao CDE; Planejamento Central, subordinado à Diretoria Industrial e; Controle de Produção, subordinado à Gerência Fabril.

As figuras 20 e 21 mostram o posicionamento destas áreas em seus respectivos organogramas.

Figura 20: Organograma da área de Planejamento vinculada ao CDE.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da empresa B

Figura 21: Organograma Planejamento Central e Controle de Produção na empresa B.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da empresa B

A entrevista sobre o PCP da empresa B foi realizada com um planejador de um CDE e contou também com a participação de um engenheiro do Planejamento Central.

As áreas de planejamento dos CDE's contam com um total aproximado de 70 colaboradores, na área de planejamento da qual o entrevistado faz parte trabalham cinco funcionários, sendo quatro planejadores e um auxiliar de planejamento. Os planejadores têm como principais atividades a elaboração de cronogramas, preparação e atualização de

documentos auxiliares voltados para gestão de projetos (Estrutura Analítica, Curva S), elaboração de listas de materiais no sistema ERP (a partir de informações dos desenhos disponibilizados pelo DP), providências de planejamento dos materiais necessários para os equipamentos de sua responsabilidade (consulta de estoque, emissão de requisições e acompanhamento/*follow-up* com suprimentos), abertura de ordens de produção e interação com a área de Engenharia Industrial para envio de necessidades de elaboração de roteiros e processos de fabricação. Os auxiliares de planejamento dão suporte às atividades dos planejadores, auxiliando-os em atividades pontuais relacionadas a suas atribuições.

Ao ser solicitado a classificar os objetivos de desempenho de acordo com sua prioridade para o PCP, o entrevistado fez a classificação conforme apresentado no quadro 15.

Quadro 15: Classificação dos objetivos de desempenho para o PCP na empresa B

Classificação	Objetivo de Desempenho
1°	Qualidade
2°	Pontualidade
3°	Custo
4°	Rapidez
5°	Flexibilidade

Fonte: Elaboração própria

Segundo o entrevistado os objetivos qualidade e pontualidade tem impacto direto na satisfação do cliente, na medida em que o primeiro representa o atendimento de seus requisitos em relação ao produto e o segundo, o atendimento de sua necessidade em relação a entrega do produto. Já o custo, está relacionado ao atendimento das necessidades da empresa, mantendo as condições orçadas do equipamento.

Sobre os sistemas e ferramentas de tecnologia de informação utilizados para auxiliar a troca de informações entre DP e PCP, o entrevistado apontou a utilização do ERP, *softwares* de visualização CAD, o sistema PDM e cronogramas. Segundo ele, no ERP são compartilhadas as informações de cadastro de itens, enquanto os *softwares* de visualização CAD são usados para consulta a desenhos gerados no DP, os quais se encontram disponíveis para consulta no PDM e os cronogramas são utilizados para compartilhamento e consulta a prazos de atividades que precisam ser executadas.

Em relação às principais dificuldades encontradas na interação entre DP e PCP, o entrevistado destacou que antes da implantação do PDM, o compartilhamento de informações de projeto era um ponto bastante crítico, em virtude do elevado número de desenhos e documentos compartilhados – problema atualmente sanado por conta dessa ferramenta. Uma dificuldade atual está relacionada à demora por parte da Engenharia do

Produto para atualização de desenhos que são devolvidos pelo PCP para correção, atrasando em algumas ocasiões o processo de liberação de informações para produção dos equipamentos.

Segundo o entrevistado as informações fundamentais para execução das atividades de PCP são os desenhos, tendo em vista que as listas de materiais são cadastradas no Planejamento, as quais são a base para o planejamento de materiais, abertura de ordens de produção entre outras atividades.

Sobre as principais necessidades do PCP em relação ao DP, o entrevistado destacou dois aspectos: a) intervenção da engenharia para auxílio na solução de dúvidas técnicas durante etapas de fabricação do produto; b) respostas rápidas sobre não-conformidades identificadas durante a fabricação, pois a fabricação do equipamento fica paralisada aguardando uma disposição.

A respeito da determinação dos prazos a serem cumpridos pelo DP no atendimento de encomendas, o entrevistado apontou o cronograma consensado entre as áreas em reunião. Segundo ele, este cronograma é atualizado semanalmente e o administrador de contratos envolve-se para solucionar desvios no atendimento dos prazos previamente acordados de modo a minimizar atrasos na entrega do equipamento.

Sobre os impactos das falhas no processo de DP para o PCP (erros em informações, atrasos no cumprimento de prazos etc.), o entrevistado destacou problemas relacionados à alocação de carga fabril (alguns trabalhos são alocados na programação fabril considerando a data prevista para liberação do projeto e em casos de não cumprimento, há a necessidade de reprogramação). Outro impacto destacado pelo entrevistado está relacionado à falta ou sobra de materiais devido a erros em listas, comprometendo a produção e entrega do equipamento e no caso de sobras de materiais, provocando o aumento do estoque.

Segundo o entrevistado existem informações do PCP que são compartilhadas com o DP e dizem respeito ao *status* do processo de fabricação e compra dos materiais e informações sobre materiais disponíveis em estoque para aproveitamento em projetos futuros.

Na empresa B o PCP é informado sobre a revisão de informações de projeto por meio de notificações eletrônicas emitidas no sistema PDM e em casos de alterações muito significativas, contatos pessoais são realizados para acelerar as ações necessárias. De acordo com o entrevistado, poucos problemas ocorrem neste processo de revisão, apesar de ser bastante trabalhoso.

A comunicação entre DP e PCP ocorre por meio de *e-mails*, reuniões e contatos pessoais. Segundo o entrevistado a proximidade física, o uso de sistema PDM e a

atualização semanal do cronograma são aspectos que proporcionam uma boa comunicação entre as áreas.

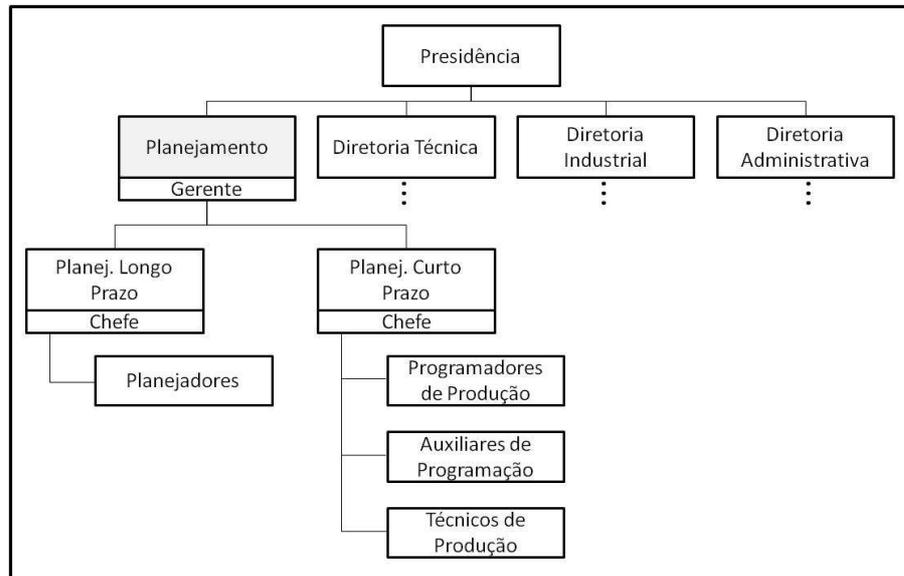
Sobre as atividades nas quais o PCP poderia atuar de forma mais colaborativa no DP, ele apontou a participação para aproveitamento de materiais disponíveis em estoque e na estruturação dos produtos em desenhos (devido ao impacto na elaboração das listas de materiais).

As necessidades da área de PCP transmitidas para o DP estão associadas a: a) prazos; b) sequência de montagem e fabricação dos equipamentos (direcionando as informações de projeto a serem liberadas no tempo); c) particularidades de transporte, as quais exigem, em algumas circunstâncias, alterações ou informações complementares nos projetos.

Em relação às principais dificuldades encontradas na interação com a área de DP, o entrevistado apontou alguns casos em que processos de revisão de projeto são iniciados sem a devida comunicação prévia ao PCP, impossibilitando a interrupção da fabricação. Nesse caso, ele sugeriu o aumento na eficiência da comunicação entre as áreas como forma de sanar este problema.

Complementando as atividades de PCP na empresa B, o Planejamento Central é responsável pelas atividades de longo prazo, envolvendo o planejamento agregado e de capacidade, acompanhamento dos indicadores de desempenho fabril e de processos de orçamentação para composição de previsões de demanda, a fim de auxiliar o planejamento das necessidades de capacidade. O setor de Controle de Produção é responsável essencialmente pelas atividades do controle de chão de fábrica (liberação de ordens, programação de operações e apontamento de produção), envolvendo-se também com a programação mestre (atividade realizada em conjunto com o Planejamento do CDE), na análise de capacidade e na coordenação de ordens de produção.

Na empresa C, conforme já destacado em sua caracterização, o PCP encontra-se estruturado em duas áreas, sendo elas o Planejamento de Longo Prazo e o Planejamento de Curto Prazo. Essas duas áreas respondem para uma gerência de planejamento, a qual encontra-se subordinada à Presidência da empresa. O organograma da área de PCP é mostrado na figura 22.

Figura 22: Organograma da área de PCP da empresa C.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da empresa C

O entrevistado na empresa C foi o chefe do Planejamento de Curto Prazo. Segundo ele, a área de Planejamento conta com um total de 15 colaboradores, distribuídos nas funções apresentadas no organograma da figura 22.

Sobre as atividades desenvolvidas no PCP, destaca-se que aquelas relacionadas ao Planejamento da Produção são desempenhadas pelo Planejamento de Longo Prazo, enquanto as atividades pertinentes ao Controle de Produção são desempenhadas pelo Planejamento de Curto Prazo. De acordo com o entrevistado, como principais atividades, o Planejamento de Longo Prazo determina prazos e prioridades para o atendimento da encomenda por meio da elaboração dos cronogramas, a partir dos quais são desdobradas as datas de necessidade para requisições de compra e ordens de produção.

A partir destas informações, o Planejamento de Curto Prazo, confirma e libera as ordens de produção, monitorando também o apontamento de produção de modo a acompanhar o *status* de fabricação do equipamento, além de tomar as medidas de controle necessárias para o cumprimento dos planos de produção e entrega.

Ao ser solicitado a classificar os objetivos de desempenho apresentados na questão 3 do roteiro de entrevista do Apêndice C, o entrevistado atribuiu a ordem de importância apresentada no quadro 16, destacando os aspectos de pontualidade e rapidez como prioritários no atendimento dos pedidos e execução das atividades de PCP na empresa.

Quadro 16: Classificação dos objetivos de desempenho para o PCP na empresa C

Classificação	Objetivo de Desempenho
1º	Pontualidade
2º	Rapidez
3º	Flexibilidade
4º	Custo
5º	Qualidade

Fonte: Elaboração própria

Em relação aos sistemas e ferramentas de tecnologia de informação utilizados para auxiliar a troca de informações entre DP e PCP, o entrevistado destacou o sistema PDM como principal meio de compartilhamento de informações. Por meio desse sistema são disparados os diversos avisos e controles de liberação de documentos, bloqueio de itens em revisão e migração de dados para o ERP da empresa, atendendo às necessidades de compartilhamento de informações entre as áreas.

De acordo com o entrevistado, as principais dificuldades encontradas na interação entre DP e PCP estão relacionadas a falhas de comunicação quando do bloqueio de fabricação devido à revisão de projetos. Segundo ele, há um comando no sistema informatizado que, quando acionado, dispara um aviso de interrupção da fabricação e este tem sido acionado com frequência para itens não afetados por revisões, gerando paradas desnecessárias na produção.

Em relação às informações do DP que são fundamentais para execução das atividades de PCP, foram destacadas as listas de materiais (contendo especificações completas e quantidades pertinentes) e os desenhos, destacando, ainda, a importância de que essas informações sejam disponibilizadas dentro dos prazos acordados como uma das principais necessidades do PCP em relação ao DP.

A determinação dos prazos a serem cumpridos pelo DP no atendimento de encomendas ocorre em reunião realizada entre Engenharia do Produto e planejadores do Planejamento de Longo Prazo. A partir de então estes prazos são registrados nos cronogramas e passam a ser atualizados pela área de GDP.

Sobre os impactos causados por falhas no processo de DP, o entrevistado destacou o aumento de custos devido à compra de novos materiais para repor itens já fabricados em desacordo com a real necessidade e horas extras devido a retrabalhos ou necessidade de recuperar prazos em virtude de atrasos nas etapas de DP.

Assim como na empresa B, na empresa C o PCP é informado sobre revisões de projetos por meio de notificação eletrônicas emitidas pelo sistema PDM, porém alguns

recursos adicionais são utilizados. Ao iniciar um processo de revisão o sistema obriga que o colaborador do DP informe se aquela alteração afeta ou não a fabricação do equipamento e em caso afirmativo, mensagens de interrupção dos processos de compra e fabricação dos itens afetados são disparadas para as diversas áreas envolvidas, exigindo uma intervenção do planejador do equipamento.

Quando necessidades de alteração ou modificação de projetos são identificadas durante as atividades de PCP, o DP pode ser informado de duas maneiras: a) em caso da identificação de erros, são gerados registros de não conformidade; b) em casos de identificação de oportunidades de melhoria, um comunicado informal é passado para a área de Métodos e Processos, a qual detalha e formaliza a sugestão para o DP.

Sobre as formas de comunicação entre DP e PCP, de acordo com o entrevistado, quando se trata de casos 'críticos' ou de equipamentos que fazem parte de grandes pacotes de vendas, são realizadas reuniões semanais entre Engenharia do Produto, Métodos e Processos e Planejamento de Longo Prazo, porém para casos mais rotineiros, predominam comunicações por *e-mail* e contatos pessoais mais esporádicos. Segundo o entrevistado, uma forma de melhorar a comunicação entre DP e PCP passaria pela realização de reuniões mais frequentes e focadas em assuntos específicos, tornando-as mais efetivas.

Em relação às atividades nas quais o PCP poderia atuar de forma mais ativa no DP, o entrevistado destacou a possibilidade de colaboração na elaboração das listas de materiais, atentando especificamente para o aproveitamento de materiais disponíveis em estoque e para a correta especificação dos itens que serão fabricados internamente ou comprados de terceiros. Neste último caso, visando eliminar revisões futuras em listas de materiais.

Também com base na interação com os entrevistados das empresas B e C infere-se que, tanto o foco, quanto a prioridade do PCP nessas empresas residem em garantir o cumprimento do prazo de entrega acordado com o cliente (pontualidade), acionando os recursos necessários para tal.

5.3.3. BOAS PRÁTICAS OBSERVADAS PARA INTEGRAÇÃO DP-PCP

O estudo de caso nas empresas B e C possibilitou a identificação de boas práticas no tocante à integração entre DP e PCP. Práticas similares foram observadas nessas empresas, tal como a utilização de um sistema PDM para o compartilhamento de dados e informações de produto, promovendo aspectos inerentes à interação, assim como uma prática específica no caso da empresa B, ao aproximar as atividades de DP às atividades de PCP, por

meio do agrupamento destas funções sobre uma mesma gerência, naquilo que a empresa denomina como CDE – possibilitando a intensificação da colaboração. Outra prática de colaboração também observada diz respeito a ações conjuntas entre DP e PCP para o aproveitamento de materiais disponíveis em estoque, demonstrando a pré-disposição para colaboração entre DP e PCP. Outras boas práticas observadas são mostradas no quadro 17.

Quadro 17: Boas práticas observadas para integração entre DP e PCP nas empresas B e C

Formas de Integração	Prática Observada	Proporciona	Empresa
Interação	Estrutura Organizacional por produto agrupando as áreas	Unicidade de comando (gerência compartilhada)	B
		Proximidade física	
		Comunicação facilitada	
	Sistema PDM maduro	Compartilhamento de informações na interface entre as áreas	B e C
	Procedimentos estruturados para revisão/alteração de informações	Atualização das informações utilizadas nos processos e atividades de trabalho Consistência no processo de comunicação	B e C
Atualização frequente do cronograma de fornecimento	Coordenação entre as atividades e identificação de necessidades de ações de controle	B	
Colaboração	Pré-disposição em considerar necessidades do PCP no DP	Auxílio na consecução de objetivos Redução do número de revisões e retrabalho devido a alterações	B e C
	Envolvimento de representantes da produção no processo de verificação de projetos	Aumento das condições de manufaturabilidade do produto Redução do número de revisões	C

Fonte: Elaborado a partir da proposta de Kahn (1996)

Na empresa B o diferencial da integração reside na estrutura organizacional adotada nos CDE (por produto), intensificando interação via comunicação facilitada entre representantes do DP e PCP devido à proximidade física entre as áreas. Outro aspecto, proporcionado pela estrutura organizacional adotada, diz respeito à unicidade de comando

(gerência compartilhada), evitando o conflito de objetivos observado em empresas que adotam a estrutura funcional.

Na empresa B observa-se ainda um extenso histórico de utilização de sistemas informatizados de gestão para compartilhamento de informações entre as áreas funcionais, haja visto o fato de que desde a década de 1970 a empresa investe de forma maciça no desenvolvimento interno e uso de sistemas integrados – solução disseminada de forma extensiva entre as organizações só na década de 1990.

O diferencial de integração entre DP e PCP observado na empresa C reside na utilização sedimentada de sistemas informatizados (ERP e PDM), provendo compartilhamento consistente de informações e mecanismos para sistematização da interação entre as áreas. Enquanto na empresa B o sistema PDM é de uso exclusivo da Engenharia do Produto, na empresa C a área de Métodos e Processos também insere dados de produto no sistema PDM utilizado.

Estas boas práticas observadas nas empresas B e C subsidiarão as propostas para melhorar a integração entre DP e PCP.

5.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

A observação participante na empresa A mostrou que o processo de ‘Atender Pedidos’ de bens de capital em ambiente ETO é intensivo em informações e interações entre diversas áreas da organização, destacando-se a atuação da Engenharia do Produto e do PCP, tendo em vista que são áreas centrais do processo. A primeira responsável pelo atendimento dos requisitos do cliente (qualidade e escopo de funcionalidades do produto) e a segunda, responsável pelos aspectos notadamente relacionados ao cumprimento dos prazos de entrega (pontualidade), tendo em vista que aciona os recursos necessários para produção e entrega do referido produto.

A classificação dos objetivos de desempenho obtida e a configuração do processo de negócio principal destas empresas permite a identificação da adoção da Manufatura Responsiva como Paradigma de Gestão da Manufatura vigente, tendo em vista que são empresas flexíveis, buscam velocidade e pontualidade no atendimento das encomendas, sem deixar de lado os aspectos referentes à qualidade e custo.

O elevado número de interações e troca de informações entre as áreas fez com que as empresas buscassem nos recursos da tecnologia de informação (PDM e ERP) meios para otimizar a passagem e compartilhamento das informações na interface entre as áreas estudadas.

Nesse tipo de empresas, as funções de negócio referentes ao projeto do produto, planejamento e controle da manufatura são fortemente conectadas ao longo do processo de atendimento de pedidos e estão intimamente ligadas à satisfação das necessidades do cliente e dos resultados necessários para a organização.

Algo bastante evidente ao se observar as particularidades do processo de atendimento de pedidos nessas empresas é o fato de que a qualidade (representada pelo atendimento das necessidades do cliente – escopo de fornecimento) e a pontualidade são objetivos primordiais para a competitividade desses Sistemas de Produção.

Outras constatações que podem ser obtidas é que não existem indicadores que monitoram ou incentivam a integração entre as áreas (o mais próximo é o indicador de pontualidade) e as reuniões são utilizadas apenas para resolução de problemas já ocorridos e não para promover a integração interfuncional (interação e colaboração) – aspectos que podem ser melhorados significativamente.

6. PROPOSTAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DP-PCP

Este capítulo tem como propósito apresentar propostas para melhoria da integração interfuncional entre DP e PCP. Para tanto, foram levados em conta os conceitos e abordagens apresentados no referencial teórico, assim como as observações e variáveis desdobradas da pesquisa de campo. Destaca-se, que pelo fato de ser uma pesquisa norteadada pela abordagem qualitativa, muitas das propostas levam em conta aspectos subjetivos extraídos tanto da perspectiva do pesquisador ao estudar o problema, quanto da realidade construída a partir de subsídios obtidos dos indivíduos representativos da situação investigada.

Além do propósito central das propostas apresentadas (melhoria da integração), elas buscam ainda:

1. Indicar formas de estabelecer uma visão clara da interface existente entre as áreas nos envolvidos, de modo a ir além da visão das fronteiras funcionais, melhorando entradas e saídas dos processos;
2. Indicar formas de compartilhamento de informações entre DP e PCP;
3. Orientar a promoção da coordenação dos fluxos de trabalho entre as áreas funcionais;
4. Fomentar o planejamento sincronizado das atividades;
5. Direcionar relacionamentos colaborativos entre as áreas funcionais;
6. Descrever um conjunto de passos a serem realizados para melhoria da integração.

Na seção 6.1, com base na classificação de modelos apresentada na seção 4.6.2, são apresentados Modelos Simbólicos Qualitativos Descritivos Conceituais com o propósito de esclarecer a interface existente entre as áreas, auxiliando o delineamento da relação interfuncional entre DP e PCP. Os modelos apresentados na seção 6.1 ajudam a direcionar ações de melhoria em intersecções relevantes destas áreas funcionais por meio da representação das interfaces e relações interfuncionais entre DP e PCP. Em tal seção, também, são indicados problemas típicos observados pelo pesquisador junto às empresas estudadas. Uma proposta de classificação da integração DP-PCP, também é apresentada, indicando objetivos prioritários, instrumentos a serem utilizados e resultados esperados com a melhoria da integração interfuncional.

Na seção 6.2, um Modelo Quantitativo Prescritivo é apresentado como forma de mensurar o Nível de Integração (NI) entre DP e PCP, servindo como ponto de partida para o processo de melhoria da integração. Essa mensuração é realizada com base em variáveis

desdobradas da revisão bibliográfica e observadas na pesquisa de campo como relevantes para a promoção da integração interfuncional.

Na seção 6.3, um método é proposto, estabelecendo uma sequência de passos a serem seguidos para consecução da melhoria da integração entre DP e PCP no ambiente ETO. Esse método é segmentado em dois estágios de melhoria, sendo que no primeiro são identificadas deficiências em variáveis que propiciam melhor integração entre as áreas e no segundo busca-se a melhoria nas interfaces e na coordenação interfuncional entre DP e PCP.

Na seção 6.4, são apresentados os dados obtidos na etapa de avaliação das propostas com auxílio de profissionais que atuam nas áreas de DP e PCP de uma das empresas objeto de estudo.

Além da importância da integração entre funções chave para o negócio no contexto organizacional, o histórico de crescimento das empresas estudadas e a complexidade de suas atividades e processos, quando comparados a situações nas quais a produção é de produtos padronizados para estoque, são fatores que incrementam a necessidade de que a integração efetivamente ocorra. Isto, por sua vez, justifica a necessidade de ações proativas que busquem a melhoria da integração.

6.1. MODELOS SIMBÓLICOS QUALITATIVOS DESCRITIVOS CONCEITUAIS

Conforme definição proposta na seção de classificação de modelos, os Modelos Simbólicos Qualitativos Descritivos Conceituais buscam descrever ou estruturar o sistema modelado (ou apenas parte dele), a partir de elementos qualitativos que os representam, almejando: 1. Permitir que fenômenos complexos sejam visualizados e compreendidos; 2. Classificar os elementos da realidade segundo um esquema que especifique adequadamente suas propriedades e características; 3. Mostrar interação entre partes de um todo maior.

Neste sentido, os modelos apresentados nas seções 6.2.1 e 6.2.2, procuram utilizar elementos qualitativos conhecidos e aplicá-los como forma de representar aspectos propícios para melhoria da integração entre DP e PCP em ambiente ETO.

6.1.1. MEIOS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO

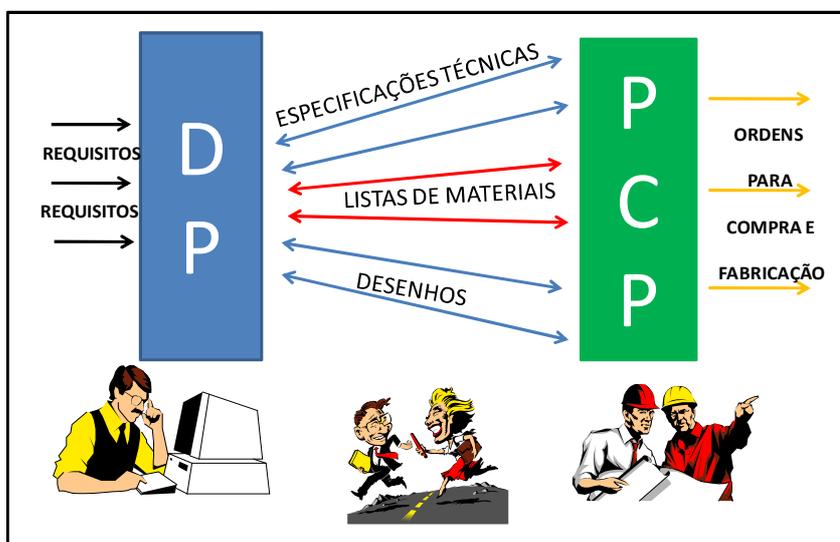
A partir do referencial teórico apresentado nos capítulos 2 e 3 e das observações e informações levantadas sobre as empresas estudadas (capítulo 5), no que tange

às áreas de DP e PCP, assim como formas de integrá-las, alguns meios para a promoção da melhoria da integração entre estas áreas podem ser delineados.

Conforme alguns autores reconhecem, a divisão do trabalho e a especialização do conhecimento, utilizando-se de estruturas predominantemente funcionais, levam a um estado de diferenciação nas organizações, gerando certo distanciamento entre as funções do negócio, dificultando a promoção da integração. Neste sentido, ações concretas e explícitas são necessárias de modo a fazer com que profissionais com conhecimentos, visões e objetivos distintos compartilhem informações e atuem de forma colaborativa na execução de seus trabalhos, promovendo a integração.

Na figura 23, uma representação esquemática e simplificada da principal interface entre DP e PCP no ambiente estudado é mostrada. Nota-se a preponderância do relacionamento cliente-fornecedor interno entre as áreas, do compartilhamento de informações e da necessidade de coordenação entre seus processos e atividades, tendo em vista o elevado número de interações (gerado devido à complexidade dos processos e atividades – equipamentos de grande porte liberados em partes, gradativamente no tempo).

Figura 23: Interface principal entre DP e PCP nas empresas estudadas.

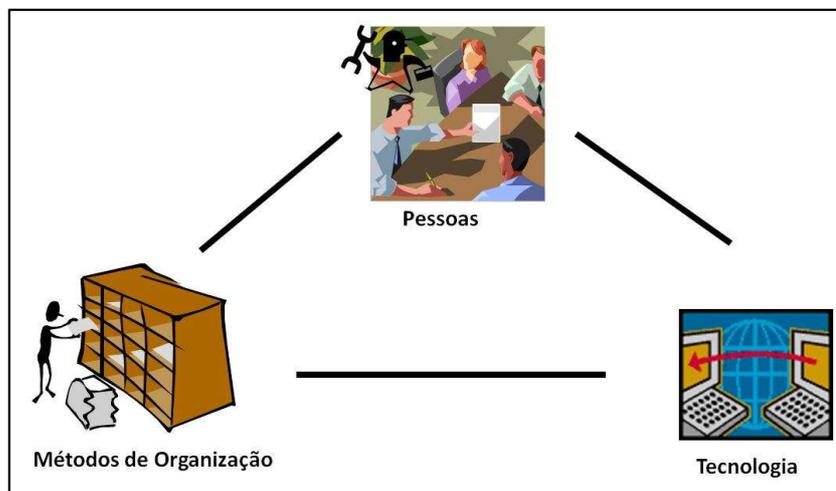


Fonte: Elaboração própria

No que tange ao DP, observa-se uma preocupação com o atendimento do escopo do produto a ser fornecido (funcionalidades e aspectos de qualidade) e as questões pertinentes ao orçamento previsto, enquanto que as principais preocupações do PCP estão voltadas para providências necessárias para a efetiva e pontual execução do produto. Na principal interface entre as duas áreas observa-se o compartilhamento de informações, notadamente técnicas, que possibilitam o atendimento dos requisitos pertinentes ao produto a ser produzido e entregue ao cliente.

Na figura 24 são mostrados três elementos classificados aqui como imprescindíveis para a promoção da integração interfuncional.

Figura 24: Elementos-chave para a promoção da integração.



Fonte: Elaboração própria

Os métodos de organização adotados pelas empresas dizem respeito à existência de procedimentos adequados, padronizados e que permitam planejamento, medição e controle, assim como processos de negócio enxutos e coerentes aos objetivos de desempenho que devem ser atendidos pelo Sistema de Produção. Os métodos de organização direcionam as formas de interação entre as áreas funcionais.

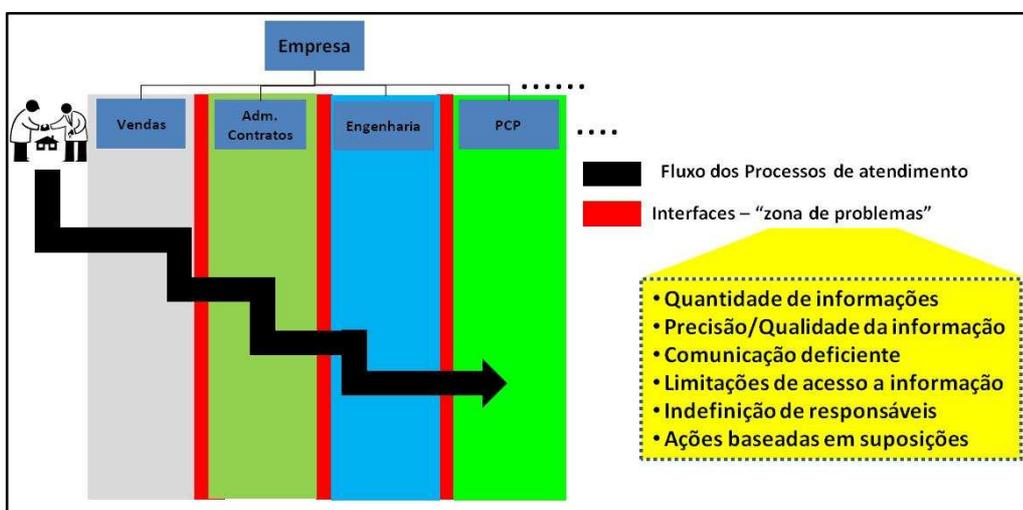
A tecnologia, por sua vez, diz respeito à adoção de ferramentas tecnológicas que suportam as atividades descritas nos métodos de organização das empresas e necessários para a realização do seu processo de negócio, sistematizando atividades e canalizando fluxos de informações entre as diversas áreas e pessoas das funções de negócio, suportando processos decisórios e ações operacionais. A tecnologia representa um dos elos fundamentais para a promoção da integração via interação, simplificando e agilizando processos organizacionais que podem envolver a necessidade de interação entre um elevado número de profissionais e compartilhamento de informações.

As pessoas são o elemento central, promovendo papel preponderante para a agregação de valor aos *inputs*, representando os caminhos necessários para promoção da integração via colaboração na consecução das atividades. Como exemplo, as pessoas devem estar inclinadas a perceber a empresa como um todo maior e dispostas a contribuir com a consecução de objetivos que vão além dos objetivos da sua área funcional, fazendo o uso adequado dos métodos de organização e da tecnologia da empresa para este fim.

Operacionalizar estes três elementos é forma crucial para promover melhoria na integração interfuncional.

A figura 25 mostra uma representação simplificada do organograma de uma empresa que adota uma estrutura funcional para a segmentação das funções empresariais (forma mais comum encontrada nas organizações). Destaca-se o fluxo dos processos de atendimento, cruzando as diversas linhas funcionais e as interfaces entre as áreas, nestas circunstâncias são observadas ‘zonas de problemas’ nas quais se manifestam os problemas relacionados à falta de integração.

Figura 25: Fatores que originam a falta de integração no contexto organizacional.



Fonte: Elaboração própria

Exemplos observados pelo pesquisador de situações ou aspectos que provocam deficiências de integração e manifestam-se nestas ‘zonas de problemas’ são:

- a) Elevada quantidade de informações – em processos que envolvem elevada troca de informações, seja pela complexidade dos produtos ou dos processos e atividades envolvidas, aumentando a incidência de problemas relacionados à comunicação e uso da informação;
- b) Precisão/Qualidade da informação – baixa acuracidade das informações trocadas entre as áreas, seja por falta de *feedback* ou desconhecimento das etapas posteriores dos processos;
- c) Comunicação deficiente ou limitações de acesso à informação – falta de mecanismos que simplifiquem ou eliminem ruídos dos processos de comunicação e/ou não compartilhamento de informações devido a resistências culturais (informação vista como forma de poder);
- d) Indefinição de responsáveis – responsabilidades mal atribuídas ou falta de acompanhamento e controle, gerando ‘abandono’ ou ruptura de processos nas

interfaces entre as áreas, tendo em vista, também, que os processos de atendimento de pedido cruzam diversas linhas de comando funcionais;

- e) Ações baseadas em suposições – desconhecimento das interligações e interdependências entre os processos e atividades das áreas, fazendo com que ações sejam tomadas com base em suposições de modo a gerar dados e informações não condizentes com as necessidades reais.

Estes aspectos tem impacto significativo nos resultados, necessitando de ações sistemáticas e consistentes para sua minimização, aumentando a eficácia e eficiência organizacional das relações interfuncionais, afetando diretamente os aspectos referentes ao atendimento das necessidades do mercado e a consecução dos objetivos organizacionais.

A fim de se avaliar as oportunidades de integração entre DP e PCP, foi elaborada uma matriz na qual são cruzadas as atividades pertinentes ao DP e ao PCP, extraídas do referencial teórico e listadas conforme sua aderência ao atendimento de pedidos de bens de capital adotando a ERD ETO. O objetivo desta matriz é demonstrar a forma (interação,colaboração ou ambas) de se promover a integração, naquelas atividades nas quais haja relacionamento propício para tal. A matriz é mostrada na figura 26.

Figura 26: Matriz de oportunidades e formas de integração DP-PCP.

		DP											
		PRÉ-DESENVOLV.		DESENVOLVIMENTO							PÓS-DESENVOLV.		
		ENGENHARIA DE APLICAÇÃO (PRÉ-VENDA)	ORÇAMENTAÇÃO (PRÉ-VENDA)	PLANEJAMENTO DO PROJETO	ELABORAÇÃO DE MEMORIAIS DE CÁLCULOS	ELABORAÇÃO DE PROJETOS (DESENHOS)	CADASTRO DE ITENS	ELABORAÇÃO DE LISTAS DE MATERIAIS	ELABORAÇÃO DE MANUAIS (OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO)	LIBERAÇÃO DE PROJETOS (DESENHOS E LISTAS)	ELABORAÇÃO DE DATABOOKS (AS BUILT)	REVISÃO DE PROJETOS - ECM (DESENHOS E LISTAS)	
PCP	PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	PREVISÃO DE DEMANDA	○	○	:	:	:	:	:	:	:	:	:
		PLANEJAMENTO AGREGADO	○	○	:	:	:	:	:	:	:	:	:
		PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE	○	○	○	:	:	:	:	:	:	:	:
		PLANEJAMENTO DESAGREGADO	:	:	○	:	:	:	:	:	○	:	:
	CONTROLE DA PRODUÇÃO	PROGRAMAÇÃO MESTRE	:	:	○	:	:	:	:	:	○	:	:
		ANÁLISE DE CAPACIDADE	:	:	:	:	:	:	:	:	○	:	:
		COORDENAÇÃO DE ORDENS	:	:	○	:	:	:	○	:	○	:	:
		CONTROLE DE ESTOQUES	:	:	:	:	:	○	○	:	:	○	○
		CONTROLE DE CHÃO-DE-FÁBRICA	:	:	○	:	:	:	:	:	○	○	○

-- SEM RELACIONAMENTO
○ PONTOS DE INTERAÇÃO
△ PONTOS DE COLABORAÇÃO
○△ INTERAÇÃO+COLABORAÇÃO

Fonte: Elaboração própria

Desta análise, observou-se a inexistência de interseções onde apenas a colaboração pudesse ser observada, tendo em vista que a mesma sempre esteve associada à existência de alguma interação no cruzamento das atividades estudadas.

No cruzamento entre as atividades do PP e do Pré-Desenvolvimento, observam-se pontos de interação, referentes à troca de informações que subsidiam, para o PCP, o dimensionamento do Sistema de Produção no longo e médio prazo, enquanto que para o DP são retornadas informações para composição de propostas técnicas e comerciais.

No cruzamento das atividades do PP com as atividades do Desenvolvimento, são observados dois pontos de interação, sendo eles: a) entre Planejamento da Capacidade e Planejamento do Projeto – informações para que o PCP possa alocar a carga fabril planejada de forma coordenada à previsão da liberação das informações de projeto; b) entre Planejamento Desagregado e Liberação de Projetos – informações provenientes do DP que possibilitam ao PCP concretizar ações pertinentes à abertura de ordens de compra e fabricação. Uma oportunidade de interação e colaboração, também, é observada neste cruzamento, manifestando-se entre Planejamento Desagregado e Planejamento do Projeto, tendo em vista que além de compartilhamento de informações (interação), pode haver ações colaborativas na melhoria da negociação/consenso de prazos que permitam a consecução de objetivos comuns e individuais (melhor utilização da capacidade fabril disponível, associada a uma melhor distribuição dos trabalhos nas etapas de elaboração e liberação de projeto).

No que se refere ao cruzamento das atividades do CP e do Desenvolvimento manifestam-se oportunidades de integração via interação e colaboração devido à influência do DP na preparação e liberação de dados e informações que suportam uma adequada coordenação de ordens no chão de fábrica (desenhos e listas) e controle de estoques (cadastro de itens, revisões e aproveitamento de materiais em listas de projetos).

Entre as atividades do CP e as atividades do Pós-Desenvolvimento, observam-se oportunidades de interação e colaboração fundamentadas pelo compartilhamento de informações e *feedback* para controle de alterações de projeto, elaboração de *Databooks* (permitindo um adequado gerenciamento das informações sobre o produto), e reduzindo a variabilidade das informações do DP que chegam no PCP, impactando positivamente nas atividades de Coordenação de Ordens, Controle de Estoques e Controle de Chão de Fábrica.

Nota-se que as oportunidades para promoção da melhoria da integração são diversas, restando apenas delinear formas mais específicas de explorá-las no ambiente estudado.

6.1.2. PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DP-PCP

Merli (1994), ao propor uma nova estratégia para o estabelecimento do nível de parceria ou forma de relação entre fornecedores e clientes para o suprimento de materiais, apresenta uma proposta de classificação dos fornecedores. Nessa proposta, o autor separa os fornecedores em classes e a partir disso, descreve características do relacionamento, delineando a forma de integração e características da relação cliente-fornecedor. Essa classificação é apresentada de modo sintético no quadro 18.

Quadro 18: Faixas de referência para classificação de fornecedores

Classe	Descrição	Características da Relação
Classe III	Fornecedor Normal	<ul style="list-style-type: none"> • Negociação focada em preços; • Exigência de níveis de qualidade mínima; • Necessidade de estoques de segurança.
Classe II	Fornecedor Integrado	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionamento de longo prazo; • Qualidade garantida; • Abastecimento direto no setor do usuário; • Fornecimento frequente e em pequenos lotes.
Classe I	Fornecedor Comaker	<ul style="list-style-type: none"> • Parceria nos negócios; • Cooperação no projeto de novos produtos; • Investimentos comuns em P&D; • Intercâmbio de informações.

Fonte: Merli (1994); Alvarez e Queiroz (2003)

Observa-se que quando da existência de um relacionamento pautado pela Classe III a integração inexistente, havendo a necessidade de mecanismos para resguardar a relação (foco em preço, níveis mínimos de qualidade e estoques de segurança), indicando deficiências no processo. Na Classe II destaca-se a ocorrência da integração entre os parceiros de negócio, minimizando-se os riscos da relação e aumentando o potencial de consecução dos objetivos mútuos. A Classe I, por sua vez, representa a existência de uma elevada interação e colaboração entre os parceiros de negócio, na qual os benefícios da integração são plenamente explorados.

Adotando-se uma perspectiva análoga à proposta de Merli (1994), ou seja, delinear a forma de relacionamento entre agentes que buscam o estabelecimento de formas integradas de atuação e ganhos provenientes da consecução de objetivos empresariais, apresenta-se uma proposta de classificação da integração, aderente aos processos de negócio e objetivos de desempenho prioritários do relacionamento entre DP e PCP em ambiente ETO,

almejando-se o direcionamento das ações, dos meios de obtenção da integração e dos objetivos a serem perseguidos.

Em vista da relação cliente-fornecedor interno entre DP e PCP, tal analogia é oportuna. Vale a pena ressaltar que nas empresas estudadas foram observados comportamentos semelhantes ao da Classe III, porém com o preço substituído pelo prazo negociado nas reuniões de consenso e extrema desconfiança vigente na relação entre as áreas funcionais (por exemplo, atitudes referentes ao estabelecimento de prazos partindo-se da premissa do seu não cumprimento, demandando elevadas margens de segurança e comprimindo o tempo para a execução das atividades), inviabilizando o estabelecimento de parcerias e confiança mútua.

No quadro 19 a proposta de classificação da integração é apresentada, demonstrando classes possíveis para a consecução da integração. Estas classes estão associadas à consecução dos objetivos de desempenho considerados prioritários nas entrevistas com profissionais do DP e PCP das empresas B e C.

Quadro 19: Proposta de classificação da integração DP-PCP

Classe de Integração	Objetivos Priorizados	Instrumentos Utilizados	Resultados Esperados
<u>Integração Normal</u>	Qualidade e Custo	Sistemas computacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso e compartilhamento de informações • Minimização de custos
<u>Integração Coordenada</u>	Pontualidade	Cronogramas	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenação dos fluxos de trabalhos e processos interfuncionais
<u>Integração Total</u>	Qualidade, Custo e Pontualidade	Sistemas computacionais Cronogramas Reuniões frequentes Compartilhamento de objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Informação compartilhada • Planejamento sincronizado • Coordenação das atividades • Melhoria das conexões entre os processos e atividades • Ações colaborativas • Minimização de custos

Fonte: Elaboração própria

Uma primeira classe, denominada Integração Normal, é representada pela busca dos objetivos de Qualidade e Custo. Sua realização dar-se-ia fundamentalmente pela utilização de sistemas computacionais voltados para o acesso e compartilhamento de informações entre DP e PCP, gerando uma minimização de custos devido ao aumento da precisão das informações compartilhadas (evitando-se a compra de materiais inconsistentes com as reais necessidades de projeto e/ou melhor aproveitamento dos materiais disponíveis em estoque), garantindo um atendimento eficaz do escopo inicialmente negociado com o cliente em relação ao produto projetado e produzido.

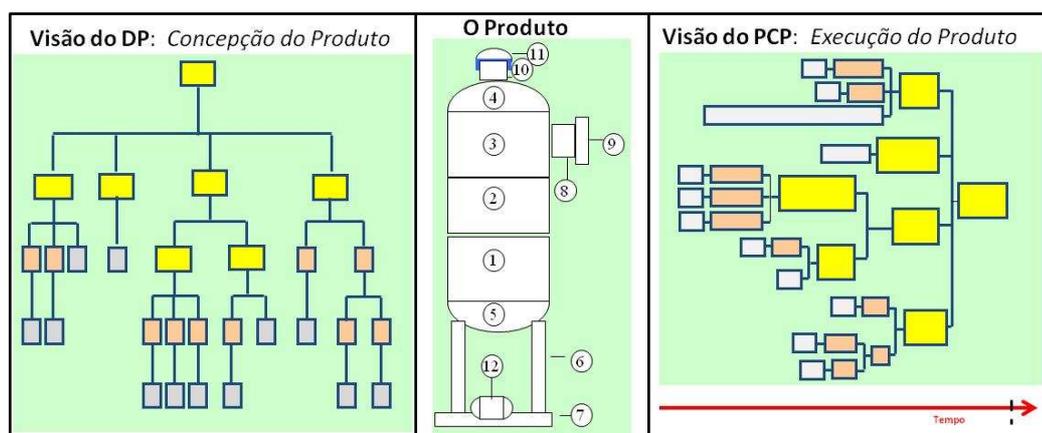
Em uma segunda classe, 'Integração Coordenada', o propósito seria a consecução do objetivo Pontualidade. Para tanto, destaca-se a necessidade de coordenação

dos fluxos de trabalhos e processos interfuncionais, obtida por meio da utilização dos cronogramas como ferramenta de gestão entre as áreas (gráfico de Gantt elaborado e validado em reunião pelas áreas). Nesta situação é fundamental a existência de colaboração entre as áreas a fim de que objetivos individuais de cada área e os objetivos do processo de atendimento de pedidos possam ser atendidos (tempo adequado para que o DP desenvolva um projeto consistente; liberações de projetos condizentes com o planejamento de capacidade fabril e *lead times* de fornecimento; entregas em conformidade com os prazos acordados com o cliente final).

A terceira classe de integração configura o que é aqui denominado como Integração Total, momento no qual os objetivos de Qualidade, Custo e Pontualidade devem ser perseguidos. Para tanto, a interação e a colaboração devem ser exploradas por meio da melhoria dos meios e formas de comunicação, assim como da pré-disposição para cooperação na consecução das atividades. Seria de fato a operacionalização conjunta das duas classes de integração anteriores, demandando essencialmente o uso adequado de sistemas computacionais (PDM e ERP, por exemplo) para o efetivo compartilhamento de informações entre as áreas; cronogramas como ferramenta de efetiva coordenação e sincronização das atividades das áreas funcionais; reuniões frequentes e compartilhamento de objetivos como forma de promover relacionamentos colaborativos, assim como a minimização de custos e tempos envolvidos nas atividades.

A figura 27 mostra uma análise das diferentes visões do produto entre DP e PCP. Observa-se que, sob a ótica do DP, a preocupação central reside na configuração dos dados do produto (mostrada a partir de uma representação da estrutura do produto), garantindo assim o atendimento dos requisitos de qualidade (escopo de fornecimento) e custo do produto (condições previamente orçadas). Enquanto que, sob a ótica do PCP, a preocupação central reside na gestão dos aspectos temporais para obtenção do produto. Destaca-se a alta aderência entre essas visões, tendo em vista que compartilham o mesmo produto, porém conflitam em função das perspectivas adotadas para a consecução das atividades, tanto no DP, quanto no PCP (representadas por seus objetivos prioritários).

Figura 27: Diferentes visões do produto entre DP e PCP



Fonte: Elaboração própria

A classificação da integração e o entendimento da visão e objetivos prioritários das funções organizacionais representam formas de melhor operacionalizar a melhoria da integração, tendo em vista que a primeira permite o direcionamento do processo de melhoria (a partir da evidenciação dos meios a serem utilizados e dos resultados esperados), enquanto que a segunda, caracterizada pela visão das áreas, permite unificá-las e criar formas para minimização do conflito de objetivos, tendo em vista que o propósito final do processo de atendimento desenvolve-se em torno de um produto único que precisa ser devidamente projetado e fabricado atendendo requisitos inicialmente especificados pelo cliente.

6.2. MODELO SIMBÓLICO QUANTITATIVO PRESCRITIVO

Conforme definição proposta na classificação de modelos (seção 4.6.1), um Modelo Simbólico Quantitativo Prescritivo tem como propósito representar o sistema modelado ou seu *status* em um determinado momento a partir de expressões quantitativas, servindo de base para indicar/prescrever o que deve ser feito a partir de variáveis do próprio sistema estudado.

O modelo quantitativo proposto visa mensurar o Nível de Integração (NI) existente entre DP e PCP. Para tanto, sua formulação leva em conta as variáveis identificadas como preponderantes para a integração, com base na revisão bibliográfica e nos estudos de casos, as quais são:

- (i) **PRO** – Proximidade entre as áreas, medida pela distância física entre as áreas;
- (ii) **CON** – Número médio de contatos pessoais realizados durante o intervalo de tempo de uma semana (unidade de planejamento mais comum verificada nas empresas);

- (iii) **EML** – Número médio de *e-mails* trocados durante uma semana entre representantes das áreas que tratam de questões relacionadas ao pedido ou encomenda que se encontra em processo de atendimento;
- (iv) **EST** – Estrutura organizacional adotada para configuração das áreas que promovem o DP e o PCP;
- (v) **VEO** – Valor do material que se tornou ‘estoque obsoleto’ nos últimos ‘n’ meses em decorrência de alterações nos projetos dos produtos. O valor de ‘n’ é calculado como o tempo médio de duração dos projetos de fornecimento.

Com relação às variáveis *PRO* e *CON*, uma maior proximidade entre as áreas, assim como um maior número de contatos pessoais (telefonemas e reuniões formais ou informais), mostraram-se como benéficos para melhoria da integração, tendo em vista que melhoram o processo de comunicação e facilitam ações colaborativas.

Já em relação ao número médio de *e-mails* trocados entre as áreas (variável *EML*), um elevado número pode representar uma elevada interação entre as áreas, porém pode também indicar baixa qualidade nas informações compartilhadas, resultando nesta necessidade de comunicação intensiva para esclarecimento de dúvidas. Porém, para efeito de quantificação, adotou-se que uma elevada comunicação por *e-mail* é benéfica para a integração, tendo em vista que incrementa a interação entre as áreas.

A questão da estrutura organizacional adotada e seu impacto na integração interfuncional (variável *EST*) também é tratada no trabalho de Jugend (2010), apontando que as estruturas matriciais e por projeto mostraram-se benéficas para a promoção da integração, sugerindo-se ainda a adoção de gerentes do tipo peso-pesado (com autoridade igual ou superior à dos gerentes funcionais) para melhor coordenar a integração entre as áreas funcionais.

A variável *VEO* mede de fato o resultado da integração entre DP e PCP, na medida em que falhas pronunciadas nesta integração ocasionam compras de materiais desnecessários e não aproveitamento de materiais disponíveis em estoque devido à inexistência de ações colaborativas e não compartilhamento adequado de informações.

Expresso em forma matemática, tem-se:

$$NI = f (PRO; CON; EML; EST; VEO)$$

No cálculo do NI, as variáveis *PRO*, *CON*, *EML*, *EST* e *VEO*, assumirão os valores recomendados no quadro 20. Observa-se que tal atribuição de valores parte de uma análise subjetiva, porém são referências adotadas como ponto de partida para mensuração do NI entre as áreas, direcionando ações a serem adotadas para melhoria da integração.

Quadro 20 – Valores e critérios atribuídos para variáveis no cálculo do NI

Variável	Valor atribuído	Critério
<i>PRO</i>	1	Distância física entre DP e PCP \leq 30m
	0,5	30m < Distância física entre DP e PCP \leq 100m
	0	Distância física entre DP e PCP > 100m
<i>CON</i>	1	Nº médio de contatos \geq 1
	0,5	0 > Nº médio de contatos > 0,5
	0	Não ocorreram contatos pessoais
<i>EML</i>	1	Nº médio de <i>e-mails</i> \geq 2
	0,5	0 < Nº médio de <i>e-mails</i> < 2
	0	Não foram trocados <i>e-mails</i>
<i>EST</i>	1	Se a estrutura organizacional possibilita unicidade de comando entre DP e PCP (mesma gerência)
	0	Se a estrutura organizacional não possibilita unicidade de comando entre DP e PCP
<i>VEO</i>	1	VEO \leq 3% do Valor Total dos Estoques (VTE)
	0,5	3% VTE < VEO \leq 5% VTE
	0	VEO > 5% VTE

Fonte: Elaboração própria

Para proposição dos valores referentes a contatos entre as áreas apresentados no quadro 20, considerou-se uma condição ideal na qual ocorre a atualização semanal dos controles relacionados ao projeto de fornecimento, essencialmente o cronograma. Para o caso da troca de *e-mails*, notificações eletrônicas trocadas em sistemas utilizados nas áreas também são consideradas (PDM ou ERP), pois representam formas de compartilhamento eletrônico de informações.

No cálculo do NI, propõe-se um peso de ponderação maior (4) para a variável *VEO* devido ao seu impacto nos objetivos prioritários do atendimento de encomendas de bens de capital com base na ERD ETO, ou seja, afeta significativamente as questões relacionadas a custos e pode influenciar negativamente na pontualidade da encomenda devido à necessidade de aquisição de novos materiais, fruto de alterações/revisões de projeto.

Para o caso das variáveis *CON* e *EST*, um peso de ponderação igual a 2 foi atribuído, tendo em vista que a configuração de uma estrutura organizacional na qual DP e PCP encontram-se em situação de unicidade de comando, mostrou-se uma boa prática, conforme observado na empresa B, assim como o aumento do número de contatos pessoais possibilita melhoria da colaboração entre as áreas (constatação obtida a partir das respostas dos entrevistados da empresa C ao destacarem quem em casos de pedidos mais importantes são priorizados os contatos pessoais e reuniões frequentes para que os objetivos do pedido sejam melhor atendidos).

As demais variáveis, *PRO* e *EML*, receberam um peso de ponderação igual a 1, pelo fato de poderem variar significativamente em função de condições situacionais do processo de atendimento de pedidos.

Respeitadas tais considerações, NI é calculado como segue abaixo:

$$NI = \frac{1}{10} (1 * PRO + 2 * CON + 1 * EML + 2 * EST + 4 * VEO)$$

O valor de NI será um índice de desempenho entre 0 e 1, sendo que um valor de NI próximo de 1, indica um elevado nível de integração entre DP e PCP.

A fim de se avaliar a sensibilidade do cálculo do NI à variação dos pesos e à alteração dos valores atribuídos às variáveis, 56 simulações de um total de 182 possibilidades foram realizadas (estas 56 simulações foram escolhidas de modo arbitrário pelo pesquisador, levando-se em conta desde uma situação na qual nenhum problema em relação às variáveis fosse identificado até uma situação na qual todas as variáveis apresentassem baixo desempenho). Estas simulações são apresentadas na tabela 1, permitindo também a indicação de um valor de referência para análise do NI encontrado – este aspecto será discutido nos passos do método proposto na seção 6.3.

Tabela 1 – Avaliação da sensibilidade do cálculo do NI à alteração dos pesos e valores atribuídos às variáveis

Situação	Variáveis (Pesos)					NI Situação A	NI Situação B	NI Situação C
	PRO (1)	CON (2)	EML (1)	EST (2)	VEO (4)			
	PRO (2)	CON (2)	EML (1)	EST (2)	VEO (3)			
Situação C	PRO (3)	CON (2)	EML (1)	EST (1)	VEO (3)			
Cenário	PRO	CON	EML	EST	VEO	NI Situação A	NI Situação B	NI Situação C
1	1	1	1	1	1	1,00	1,00	1,00
2	1	1	1	1	0,5	0,80	0,85	0,85
3	1	1	1	1	0	0,60	0,70	0,70
4	1	1	1	0	1	0,80	0,80	0,90
5	1	1	1	0	0	0,40	0,50	0,60
6	1	1	1	0	0,5	0,60	0,65	0,75
7	1	1	0,5	1	1	0,95	0,95	0,95
8	1	1	0	0	1	0,70	0,70	0,80
9	1	0,5	1	1	0	0,50	0,60	0,60
10	1	0,5	0,5	1	1	0,85	0,85	0,85
11	1	0,5	0	0	1	0,60	0,60	0,70
12	1	0,5	1	1	1	0,90	0,90	0,90
13	1	0	0,5	1	1	0,75	0,75	0,75
14	1	0	0	0	1	0,50	0,50	0,60
15	1	0	1	0	1	0,60	0,60	0,70
16	1	0	0,5	1	0,5	0,55	0,60	0,60
17	1	1	0	1	0	0,50	0,60	0,60
18	0,5	1	1	1	1	0,95	0,90	0,85
19	0,5	1	1	1	0,5	0,75	0,75	0,70
20	0,5	1	1	1	0	0,55	0,60	0,55
21	0,5	1	1	0	1	0,75	0,70	0,75
22	0,5	1	1	0	0	0,35	0,40	0,45
23	0,5	1	1	0	0,5	0,55	0,55	0,60
24	0,5	1	0,5	1	1	0,90	0,85	0,80
25	0,5	1	0	0	1	0,65	0,60	0,65
26	0,5	0,5	1	1	0	0,45	0,50	0,45
27	0,5	0,5	0,5	1	1	0,80	0,75	0,70
28	0,5	0,5	0	0	1	0,55	0,50	0,55
29	0,5	0,5	1	1	1	0,85	0,80	0,75
30	0,5	0	0,5	1	1	0,70	0,65	0,60
31	0,5	0	0	0	1	0,45	0,40	0,45
32	0,5	0	1	0	1	0,55	0,50	0,55
33	0,5	0	0,5	1	0,5	0,50	0,50	0,45
34	0,5	1	0	1	0	0,45	0,50	0,45
35	0	1	1	1	1	0,90	0,80	0,70
36	0	1	1	1	0,5	0,70	0,65	0,55
37	0	1	1	1	0	0,50	0,50	0,40
38	0	1	1	0	1	0,70	0,60	0,60
39	0	1	1	0	0	0,30	0,30	0,30
40	0	1	1	0	0,5	0,50	0,45	0,45
41	0	1	0,5	1	1	0,85	0,75	0,65
42	0	1	0	0	1	0,60	0,50	0,50
43	0	0,5	1	1	0	0,40	0,40	0,30
44	0	0,5	0,5	1	1	0,75	0,65	0,55
45	0	0,5	0	0	1	0,50	0,40	0,40
46	0	0,5	1	1	1	0,80	0,70	0,60
47	0	0	0,5	1	1	0,65	0,55	0,45
48	0	0	0	0	1	0,40	0,30	0,30
49	0	0	1	0	1	0,50	0,40	0,40
50	0	0	0,5	1	0,5	0,45	0,40	0,30
51	0	1	0	1	0	0,40	0,40	0,30
52	1	0	1	0	0	0,20	0,30	0,40
53	0	0	1	0	0	0,10	0,10	0,10
54	0	0	0	1	0,5	0,40	0,35	0,25
55	1	1	0	1	1	0,90	0,90	0,90
56	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que a alteração dos valores do NI calculado em vista da alteração dos pesos atribuídos às variáveis consideradas mais importantes para melhoria da integração é

pouco significativa (comparação dos valores do NI calculado para as situações A, B e C). Já a alteração dos valores das variáveis mostram variação significativa do NI, possibilitando a comparação entre cenários distintos (valor das variáveis na empresa estudada), indicando ainda, aspectos que demandam ações para melhoria do NI.

Espera-se que a mensuração do NI permita a identificação da variável que impacta no seu resultado e em caso de baixo desempenho em relação a tal variável, ações específicas possam ser delineadas. A título de ilustração, um baixo desempenho em relação à variável *VEO* (cenários 9, 20 e 26, por exemplo), indica a necessidade de melhoria nas informações transmitidas pelo DP ao PCP (predominantemente listas de materiais), demandando ações de melhoria na especificação de itens no DP, assim como melhor retorno de informações sobre materiais disponíveis em estoque pelo PCP para que o DP possa realizar seu aproveitamento.

Outras ilustrações possíveis dizem respeito às variáveis *EST* (cenários 6 e 23) e *CON* (cenários 13 e 30), indicando, para o primeiro caso, a necessidade de se repensar a estrutura organizacional adotada para comando das áreas de DP e PCP no que se refere à atuação nos processos de atendimento de pedidos e para o segundo caso, a necessidade de intensificação dos contatos pessoais como forma de melhoria da comunicação e da colaboração entre as áreas funcionais.

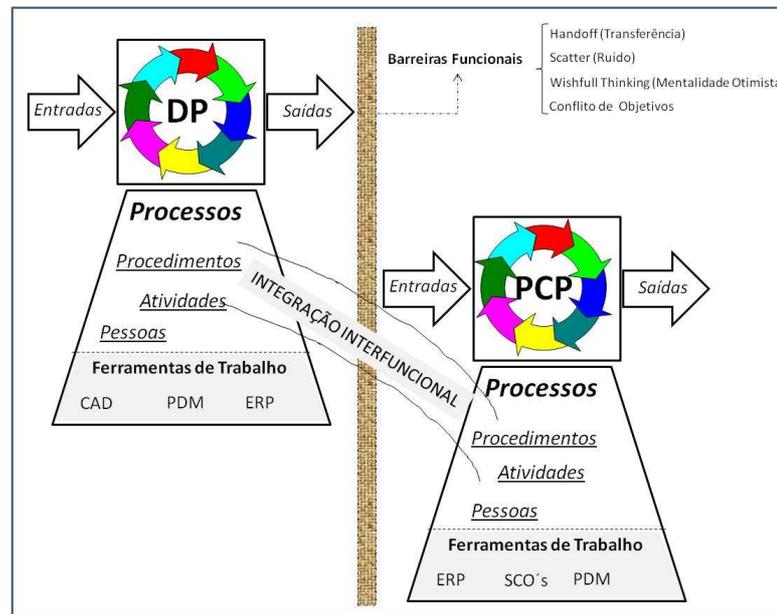
6.3. MÉTODO PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DP-PCP

A partir do que foi exposto e analisado até o momento, promover a integração total entre DP e PCP no contexto estudado, envolve a superação ou eliminação das barreiras funcionais e a interligação efetiva de seus processos. Uma representação simplificada desta ideia é mostrada na figura 28, explorando-se o conceito central de processo de negócio e os aspectos apontados com base nas observações de Ward (2002) *apud*³ Cardoso e Miyake (2004), classificados aqui como barreiras funcionais, as quais são: a) *Handoff* (transferência) – ilustrado pela separação de conhecimento e responsabilidade entre as áreas e manifestado pela transferência de informações entre as áreas (saídas de um processo que se tornam entradas de outro); b) *Scatter* (ruído) – deficiências no processo de comunicação entre as áreas e/ou uso de ferramentas pobres para o compartilhamento de informações; c) *Wishfull thinking* (mentalidade otimista) – desconhecimento dos processos, causando problemas na

³ WARD, A. Curso “Sistema *Lean* de Desenvolvimento”. *Lean Institute Brasil*, São Paulo, Brasil, 2002.

qualidade da interação entre as áreas. Acrescentando-se, também, o conflito de objetivos, o qual se manifesta como uma significativa barreira funcional, impedindo ações colaborativas.

Figura 28: Interligação dos processos e superação de barreiras entre DP e PCP.



Fonte: Elaboração própria

A figura 28 mostra que DP e PCP são partes de um processo maior, os quais recebem entradas e geram saídas, utilizando-se de processos pertinentes à área e ferramentas de trabalho que suportam a execução deste processo.

A fim de que tais barreiras possam ser superadas e a integração interfuncional efetivamente ocorra, interligando os processos das áreas funcionais um método é proposto.

Algumas definições para método apontam-no como sendo o caminho pelo qual se chega a um determinado resultado ou como o conjunto de meios dispostos de modo conveniente para se chegar a um fim desejado (AULETE, 1970; FERREIRA, 1975). Campos (1992) corrobora estas definições ao conceituar método como uma sequência lógica de atividades necessárias para se atingir um determinado objetivo.

Alinhada a estas definições, esta tese apresenta um método composto por uma sequência de passos que almejam a melhoria da integração entre DP e PCP em empresas que adotam a ERD ETO.

A fim de superar as principais deficiências presentes na interface DP-PCP e efetivamente promover a melhoria da integração entre as áreas o método desta tese propõe a realização de dois estágios de melhoria, para os quais os passos envolvidos são apresentados nos quadros 21 e 22.

Quadro 21 – 1º Estágio de Melhoria: Passos básicos para melhoria da integração interfuncional

Passo	Ação Recomendada	Orientações para Execução
1.1	Calcular o NI da situação atual	Levantar dados sobre as variáveis utilizadas no NI e atribuir os valores conforme quadro 20
1.2	Analisar o NI atual	Os resultados da tabela 1 permitem inferir que um NI < 0,6 (pesos conforme situação A), indica necessidade de melhoria em pelo menos duas das variáveis que impactam na integração, demonstrando-se insatisfatório
1.3	Se NI insatisfatório, seguir para o passo 1.4, caso contrário, iniciar o 2º Estágio de Melhoria (quadro 22)	Um NI satisfatório demonstra que a configuração atual das variáveis básicas para melhoria da integração encontra-se adequada, podendo ainda demandar melhoria nas interfaces das áreas funcionais (2º Estágio)
1.4	Identificar a(s) variável(eis) que tornou(am) o NI atual insatisfatório	Cálculo similar ao apresentado na tabela 1 para a situação analisada
1.5	Definir ações para sanar inadequações da(s) variável(eis)	De acordo com a característica da variável a ser tratada
1.6	Executar as ações definidas, aplicando-as nos próximos atendimentos de pedidos	A elaboração de um plano de ação e seu acompanhamento é recomendado
1.7	Recalcular o NI levando em conta dados de um novo histórico de atendimento de pedidos após implementação das ações	Levantar dados sobre as variáveis utilizadas no NI e atribuir os valores conforme quadro 20
1.8	Retonar ao passo 1.2	----

Fonte: Elaboração própria

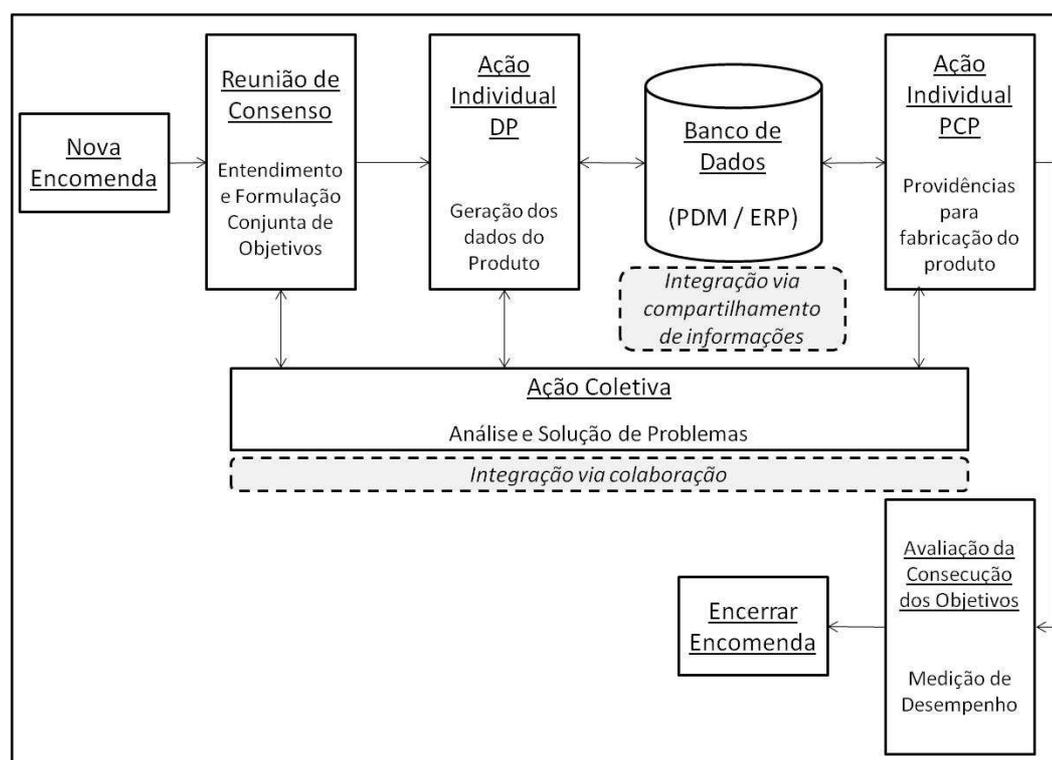
Quadro 22 – 2º Estágio de Melhoria: Passos para melhoria das interfaces e coordenação interfuncional DP-PCP

Passo	Ação Recomendada	Orientações para Execução
2.1	Defina um líder para coordenar a integração DP-PCP e que irá atuar nos futuros atendimentos de pedidos	Recomenda-se a nomeação de um profissional isento, que não faça parte das equipes de DP ou PCP, que tenha condições de consolidar e aglutinar os esforços destas áreas para que a integração ocorra (como exemplo a figura de um gerente de projeto, preocupando-se com os objetivos relacionados ao atendimento do pedido e não simplesmente os objetivos de desempenho isolados das áreas funcionais)
2.2	Elabore um modelo representativo da principal interface entre DP e PCP, especificando dados, informações, pré-requisitos e os meios de compartilhamento	Reúna profissionais do DP e PCP e promova um <i>Brainstorming</i> para elaboração desta representação da interface
2.3	Verifique se os elementos-chave para a promoção da integração estão adequados às características, objetivos e processos vigentes da organização	Exemplo: elevado compartilhamento de informações se faz necessário, porém não existem procedimentos definidos e tecnologia que suporte esta necessidade
2.4	Identifique ‘Zonas de Problemas’ na interface entre as áreas e solucione-as a partir da adequada aplicação dos elementos-chave (métodos de organização, tecnologias e pessoas)	Atribua responsabilidades às atividades, dados e informações que se perdem nas interfaces das áreas
2.5	Identifique as oportunidades e formas de se promover a integração no cruzamento das atividades das áreas	Leve em conta a necessidade de consecução dos objetivos de desempenho considerados prioritários para a organização e verifique as atividades das áreas que os suportam

Fonte: Elaboração própria

Na figura 29 são mostradas algumas fases e ações recomendadas no ciclo de atendimento de pedidos para melhoria da integração. Propõe-se que a reunião de consenso seja utilizada para entendimento e formulação conjunta dos objetivos a serem atingidos no processo de atendimento de um novo pedido e a partir daí as ações individuais de cada uma das áreas funcionais sejam desdobradas fazendo-se uso intensivo das formas de compartilhamento de informações disponíveis (integração via interação) e, quando necessário, ações coletivas sejam desdobradas para análise e solução de problemas de modo conjunto (integração via colaboração), notadamente nas atividades em que elevada interdependência é observada entre as áreas funcionais. Ao final do processo de atendimento de pedido, propõe-se uma avaliação da consecução dos objetivos previamente determinados, servindo de registro de lições aprendidas e identificação de pontos de melhoria para processos de atendimento futuros (aspecto que não foi observado em nenhuma das empresas estudadas).

Figura 29: Ações recomendadas no ciclo de atendimento de encomendas para melhoria da integração



Fonte: Elaboração própria

O método proposto, assim como o conjunto de propostas apresentadas, não visam esgotar as oportunidades possíveis para melhoria da integração entre as áreas, mas sim organizar aspectos e ações que sejam condizentes com a melhoria da integração interfuncional em um ambiente complexo como o estudado. Espera-se que ao decorrer do processo de melhoria e em função das especificidades da empresa, outras ações sejam desdobradas.

6.4. AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO

A fim de se avaliar as propostas apresentadas nesta tese foi realizada a Fase 02 da pesquisa – conforme representação mostrada na figura 10 no início do capítulo 5.

Uma primeira etapa de avaliação das propostas iniciou-se com o cálculo do NI para as três empresas objeto de estudo (aplicação do Modelo Simbólico Quantitativo Prescritivo). Neste sentido realizou-se a coleta de informações junto aos representantes das empresas A, B e C, as quais possibilitaram o cálculo do respectivo NI. Os resultados deste cálculo são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo do NI para as empresas objeto de estudo

Empresa	Variável (Peso)					NI Calculado
	PRO (1)	CON (2)	EML (1)	EST (2)	VEO (4)	
A	0	0,5	1	0	0,5	0,40
B	1	1	0,5	1	0,5	0,75
C	0,5	0,5	1	0	1	0,65

Fonte: Elaboração própria

Inicialmente, com base nas observações e informações previamente levantadas pelo pesquisador, inferiu-se que na empresa A as deficiências no que se refere à integração entre DP e PCP eram mais destacadas quando comparadas à situação das empresas B e C. O cálculo do NI confirma tal suposição.

Nos quadros 23, 24 e 25 são apresentadas as informações obtidas junto às empresas que possibilitaram o cálculo do NI.

Quadro 23 – Informações obtidas para o cálculo do NI da empresa A

Variável	Informação obtida	Valor atribuído à variável
<i>PRO</i>	DP e PCP encontram-se a uma distância física superior a 100m	0
<i>CON</i>	Reuniões e contatos pessoais não são realizados de forma regular, apenas quando da necessidade de resolução de algum problema específico	0,5
<i>EML</i>	O <i>e-mail</i> é uma ferramenta bastante utilizada para troca de informações e comunicação entre as áreas	1
<i>EST</i>	DP e PCP possuem gerências distintas	0
<i>VEO</i>	A relação entre VEO e VTE foi de 4,8%	0,5

Fonte: Elaboração própria

Na empresa A observa-se um distanciamento físico elevado entre DP e PCP, o que, por sua vez, pode ser um aspecto que dificulta a realização de contatos pessoais e fomenta a utilização do *e-mail* como ferramenta de comunicação (gerando ruídos no processo de comunicação e inibindo diversas ações colaborativas que poderiam surgir com a utilização de contatos pessoais).

Quadro 24 – Informações obtidas para o cálculo do NI da empresa B

Variável	Informação obtida	Valor atribuído à variável
<i>PRO</i>	DP e PCP (Planejamento vinculado ao CDE) encontram-se no mesmo espaço físico	1
<i>CON</i>	Uma vez por semana é realizada uma reunião de acompanhamento de projetos na empresa na qual participa um representante de cada área	1
<i>EML</i>	Predominam informações trocadas por contato pessoal ou telefonema, ocorrendo pouca troca de <i>e-mails</i>	0,5
<i>EST</i>	DP e PCP agrupados em uma mesma gerência no CDE, porém com algumas atividades do PCP realizada pelo PCP Central e Controle da Produção vinculados a outras gerências	1
<i>VEO</i>	A relação entre VEO e VTE foi de 4%	0,5

Fonte: Elaboração própria

Na empresa B observou-se o uso regular de reuniões semanais de acompanhamento de projetos como forma de promover a integração entre as áreas funcionais e melhorar o desempenho no que se refere ao processo de atendimento de pedidos (consecução de objetivos), ocasionando uma redução na necessidade de troca de informações por *e-mail* entre as áreas. Segundo o representante da empresa, o *e-mail* é utilizado como forma de registrar algum assunto discutido em reunião e torná-lo de conhecimento de outras pessoas que necessitem daquela informação.

Quadro 25 – Informações obtidas para o cálculo do NI da empresa C

Variável	Informação obtida	Valor atribuído à variável
<i>PRO</i>	DP e PCP localizados em prédios separados, porém a uma distância aproximada de 80m	0,5
<i>CON</i>	A equipe de Planejamento de Longo Prazo realiza uma reunião a cada 15 dias com a Engenharia do Produto para acompanhamento dos projetos	0,5
<i>EML</i>	Poucos <i>e-mails</i> são trocados entre as áreas, porém um elevado número de notificações eletrônicas são enviadas do DP para o PCP via sistema PDM	1
<i>EST</i>	DP e PCP possuem gerências distintas	0
<i>VEO</i>	A relação entre VEO e VTE foi de 2,8%	1

Fonte: Elaboração própria

Na empresa C, apesar do baixo número de *e-mails* trocados entre profissionais das áreas, muitas notificações provenientes do sistema PDM são recebidas por *e-mail*, intensificando a comunicação por este meio. Essa empresa foi a que apresentou menor percentual estoque obsoleto.

Nas três empresas foram observadas dificuldades para obtenção do valor do estoque obsoleto. A tentativa de segregar os materiais que se tornaram estoque obsoleto nos últimos ‘n’ meses não foi possível (n como o tempo médio de duração dos projetos de fornecimento), tendo em vista que as empresas possuem apenas um valor do estoque obsoleto,

porém não segmentado no tempo. Ainda com relação à obtenção do valor do estoque obsoleto, foram necessárias diversas considerações, tendo em vista que o seu surgimento não é função apenas de problemas na interface entre DP e PCP, outros motivos da geração desse estoque são: 1. Alterações de projetos solicitadas por clientes em momentos em que o material já foi adquirido e recebido; 2. Necessidade de compra de materiais em quantidades superiores à necessária ao projeto devido a quantidades mínimas de fornecimento. Destaca-se, que estes motivos não são devidamente registrados pelas empresas.

Na empresa A o tempo de resposta médio ao cliente gira em torno de 10 meses, enquanto nas empresas B e C, 7 e 15 meses, respectivamente.

Uma segunda etapa da avaliação das propostas foi realizada na empresa A, situação na qual ações para melhoria da integração são mais necessárias, tanto em vista das observações realizadas na etapa de observação participante nessa empresa, tanto em função de ser o caso de menor NI.

Nessa etapa foi realizada uma apresentação das propostas para representantes do DP e do PCP da empresa. Foram convidados quatro representantes do DP e quatro representantes do PCP conforme informações apresentadas no quadro 26, destaca-se que todos os convidados compareceram na avaliação das propostas, a qual foi realizada nas dependências da empresa e teve duração de duas horas.

Quadro 26 – Relação dos representantes da empresa A que participaram da avaliação das propostas

Área em que Atua	Função	Tempo de Empresa
<i>DP</i>	Gerente de Detalhamento de Projetos	6,5 anos
	Supervisor de Detalhamento de Projetos	35 anos
	Projetista Líder de Projetos	34 anos
	Engenheiro de Projetos	07 anos
<i>PCP</i>	Coordenador de Planejamento	06 anos
	Coordenador de Planejamento	18 anos
	Planejador de Produção	06 anos
	Planejador de Produção	08 anos

Fonte: Elaboração própria

Inicialmente foram apresentados os propósitos da pesquisa; conceitos básicos sobre DP, PCP e Integração, de modo a promover um nivelamento de entendimentos; passando então para a apresentação das propostas. Ao final, os participantes responderam o questionário apresentado no Apêndice E. Nesse questionário são apresentadas afirmações sobre aspectos gerais sobre a integração entre DP e PCP (parte 1) e sobre a interface DP-PCP (parte 2), para as quais os participantes, utilizando uma escala Likert de 1 a 5, foram solicitados a demonstrarem seu grau de discordância (1 e 2), neutralidade (3) ou concordância (4 e 5) em relação aos tópicos apresentados.

Durante e ao final da apresentação das propostas os participantes teceram diversos comentários, os quais foram anotados pelo pesquisador e fazem parte das análises e discussões aqui apresentadas.

Na tabela 3 são apresentadas as respostas dos participantes aos assuntos abordados na parte 1 do questionário, relacionados aos aspectos gerais sobre a integração entre DP e PCP e a média obtida com base na escala utilizada.

Tabela 3 – Análise das respostas obtidas em relação aos aspectos gerais sobre a integração DP-PCP

Assunto Abordado	Resposta do Participante								Média Obtida
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1.1 - Na empresa onde trabalho são necessárias ações para melhorar a integração entre DP e PCP	4	5	5	5	4	5	5	5	4,8
1.2 - A proximidade física entre profissionais do DP e do PCP é uma forma de melhorar a integração entre as áreas	2	5	4	4	5	5	5	5	4,4
1.3 - A realização de contatos pessoais (telefonemas, reuniões formais e informais) é uma forma de melhorar a integração entre DP e PCP	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
1.4 - No desenvolvimento de minha atividades para atendimento de pedidos o <i>e-mail</i> é a principal forma de comunicação entre DP e PCP	4	4	2	5	2	4	4	4	3,6
1.5 - Se DP e PCP respondessem para um mesmo "chefe" a integração ocorreria de maneira mais fácil	1	1	4	5	3	3	4	5	3,3
1.6 - A melhoria da integração entre DP e PCP seria uma forma de reduzir sobras de material em estoque	5	5	4	4	5	5	5	4	4,6

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que, para os participantes, é clara a necessidade de ações para melhoria da integração entre DP e PCP na empresa onde atuam, além do que, eles também entendem a proximidade física como uma forma de melhorar a integração interfuncional entre as áreas, assim como existe unanimidade em reconhecer a realização de contatos pessoais como forma de melhorar a integração. Em relação a esse último ponto, um dos participantes comentou que as pessoas (um dos elementos apresentado como chave para a promoção da integração – figura 24), devem estar comprometidas com as atividades que desempenham para que efetivamente contribuam para integração entre as áreas e, nesse sentido, os contatos pessoais representam uma forma de aumentar tal comprometimento. Esse mesmo participante destacou ainda, que de nada adiantam os melhores Métodos de Organização e a melhor Tecnologia, se as Pessoas não estiverem comprometidas com o seu uso adequado.

A média das respostas dos participantes em relação ao uso do *e-mail* como forma principal de comunicação entre as áreas (3,6), demonstra concordância dos mesmos em relação à afirmação apresentada, haja vista as informações obtidas quando do cálculo do NI desta empresa e o fato de que apenas dois participantes discordaram da afirmação, enquanto os outros seis concordaram.

Em relação ao fato do DP e PCP responderem para um mesmo “chefe” ser uma forma de facilitar a integração entre as áreas, a média obtida (3,3) demonstra neutralidade em relação ao assunto. Durante a apresentação das propostas, um dos participantes questionou tal

aspecto e o pesquisador exemplificou tal prática a partir de exemplos da adoção de uma estrutura matricial e por projetos, salientando-se também a boa prática observada na empresa B, todas em contraposição à situação observada quando da adoção de uma estrutura funcional, na qual o conflito de objetivos se manifesta de forma mais intensa (barreira funcional para integração entre as áreas – conforme mostrado na figura 28).

Sobre a afirmação de que a melhoria da integração entre DP e PCP possibilitaria a redução das sobras de material em estoque (aumento do estoque obsoleto), observou-se elevada concordância dos participantes (média obtida igual a 4,6).

Na tabela 4 são apresentadas as respostas dos participantes aos tópicos apresentados sobre a interface DP-PCP e a média obtida com base na escala utilizada.

Tabela 4 – Análise das respostas obtidas sobre a interface DP-PCP

Assunto Abordado	Resposta do Participante								Média Obtida
	A	B	C	D	E	F	G	H	
2.1 - Os dados e informações trocados na interface entre DP e PCP são conhecidos de todos os envolvidos (o que, quando e como)	5	4	2	4	4	2	4	4	3,6
2.2 - A discussão e definição conjunta de requisitos (o que se espera) tanto do DP, quanto do PCP, seria uma forma de melhorar a interface entre as áreas	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
2.3 - Na interface entre DP e PCP existem informações que são perdidas ou ações que não são realizadas devido à falta de nomeação de responsáveis	4	4	4	5	2	4	5	3	3,9
2.4 - As Pessoas, a Estrutura Organizacional, os Procedimentos e a Tecnologia utilizada são fundamentais para que a integração entre DP e PCP efetivamente ocorra	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
2.5 - Sei claramente em quais atividades a área de DP precisa da colaboração do PCP	5	5	5	4	4	4	4	5	4,5
2.6 - Atualmente o PCP tem colaborado com o DP nestas atividades	5	4	5	2	4	2	4	5	3,9
2.7 - Sei claramente em quais atividades a área de PCP precisa da colaboração do DP	5	5	4	2	5	4	4	5	4,3
2.8 - Atualmente o DP tem colaborado com o PCP nestas atividades	5	5	4	3	4	4	4	4	4,1
2.9 - Um método (sequência de passos a serem realizados) é uma forma adequada para melhorar a integração entre DP e PCP	5	5	5	5	4	4	4	5	4,6

Fonte: Elaboração própria

De acordo com as respostas dos entrevistados, predomina concordância em relação ao conhecimento dos dados e informações trocados na interface DP-PCP (média 3,6 e discordância de apenas dois participantes), porém há concordância, também, em relação ao fato de que nessa interface existem informações que são perdidas ou ações que não são realizadas devido à falta de nomeação de responsáveis (média 3,9), destacando-se a existência de “Zonas de Problemas”.

Os entrevistados compreendem, de modo unânime, a discussão e definição conjunta de requisitos como forma de melhorar a interface entre as áreas, salientando-se ainda o reconhecimento da importância dos elementos-chave para que a integração efetivamente ocorra (Pessoas, Métodos de Organização e Tecnologia).

Observa-se que tanto DP, quanto PCP têm conhecimento das atividades nas quais há a necessidade de colaboração e na opinião dos entrevistados, atualmente tal colaboração ocorre. Sobre esse aspecto, dois participantes comentaram que no período de

2007 a 2010, devido ao aumento significativo do número de colaboradores na empresa e ao elevado número de pedidos a serem atendidos, muitas falhas foram observadas na interface entre DP e PCP, principalmente no que se refere à colaboração entre as mesmas.

Por fim, há concordância dos participantes sobre a utilização de um método como forma estruturada de se implementar melhorias na integração entre DP e PCP.

Uma análise geral das respostas dos participantes demonstra significativa concordância com os pontos apresentados, indicando uma avaliação positiva em relação às propostas e sua potencial utilidade no propósito de melhoria da integração interfuncional entre DP e PCP.

7. CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica aponta diversos estudos que tratam do tema integração e sua importância para melhoria da competitividade e dos resultados empresariais. Observa-se que, principalmente, na década de 1970 muitos estudos aprofundados sobre o assunto procuraram caracterizar o tema integração, explorando suas características e os motivos da falta de integração nas organizações – fase que poderia ser considerada como uma etapa de diagnóstico. Posteriormente, por volta da década de 1990, muito em função do desenvolvimento da tecnologia como ferramenta de gestão aplicada nas organizações, da necessidade de compartilhamento preciso e ágil de informações, o tema integração foi retomado a partir de uma nova perspectiva (abordagem da reengenharia e revisão dos processos de negócios e da disseminação do uso dos sistemas integrados de gestão) – uma fase de refinamento e disponibilização de meios para promoção da integração. No decorrer da década de 2000 os estudos da área de DP foram os que mais se aprofundaram nos estudos referentes à integração. Esses estudos exploraram as questões relacionadas à integração como forma de melhorar o DP e explorar a interdisciplinaridade inerente ao processo, seja com agentes internos da organização (integração interfuncional), seja com agentes externos (integração interorganizacional) – fase que pode ser considerada como etapa de aplicação dos conceitos de integração para melhoria de um processo organizacional.

Muitas propostas surgiram desses estudos como forma de se promover a integração nas organizações (formação de equipes multifuncionais; eliminação de barreiras funcionais; aumento da confiança entre áreas internas e agentes externos à organização; alterações nas estruturas organizacionais; mapeamento e revisão de processos de negócios), entretanto, é notório observar que um cenário efetivo de integração ainda não é observado nas empresas objeto de estudo desta tese, seja pela não aplicação consistente dos conceitos e práticas já existentes, seja por particularidades inerentes aos seus produtos, processos e atividades.

Em vista deste cenário, no qual se observa uma lacuna entre teoria e prática da integração interfuncional, esta tese buscou contribuir para a redução desta lacuna ao elaborar propostas que indicam passos para a melhoria da integração entre duas funções cruciais para o atendimento de pedidos em empresas que projetam e fabricam bens de capital em ambiente ETO. Destaca-se que uma contribuição central das propostas é indicar caminhos para as empresas deste segmento que almejam promover a melhoria da integração entre DP e PCP.

Neste sentido, uma contribuição teórica deste trabalho foi explorar a integração interfuncional entre duas funções-chave para o negócio como forma de promover melhoria em processos empresariais, destacando variáveis e forma de harmonizá-las em um ambiente de elevada complexidade e pouco explorado no que tange à integração.

Demonstrou-se que a melhoria da integração não pode ser atingida simplesmente pela adoção e aplicação de ferramentas de tecnologia da informação – postura adotada por diversas empresas ao adquirirem sistemas informatizados na expectativa de que isso as tornem mais integradas. Nesse sentido, destaca-se a importância das Pessoas e dos Métodos de Organização (Procedimentos) adotados pelas organizações como elementos preponderantes para a efetiva consecução da integração interfuncional. Além disto, destaca-se a necessidade de melhor explorar as inter-relações e interfaces entre os processos empresariais, buscando-se uma forma mais dinâmica e consistente de se produzir valor e atender aos objetivos de desempenho priorizados.

Com relação ao atendimento dos objetivos da pesquisa, destaca-se que:

- a) O objetivo geral - *apresentar propostas para melhorar a integração entre Desenvolvimento de Produto (DP) e Planejamento e Controle de Produção (PCP) em Sistemas de Produção que atuam em ambiente ETO* – foi atendido com as propostas apresentadas nas seções 6.1, 6.2 e 6.3, destacando-se a classificação dos modelos utilizados e seu propósito no processo de melhoria da integração interfuncional;
- b) Os objetivos específicos também foram atendidos, na medida em que nos capítulos 2 e 3 foram levantados conceitos, ferramentas e práticas apontados na literatura como forma de se explorar oportunidades para melhoria da integração interfuncional em um Sistema de Produção; o cenário estudado foi mapeado a partir da obtenção de informações nas empresas A, B e C; as ferramentas de tecnologia da informação utilizadas nas empresas com propósito de integração entre as áreas foram identificadas (notadamente explorando os aspectos da integração via compartilhamento de informações – ERP e PDM) e a forma de potencializar sua utilização para melhoria da integração consiste na sua aplicação para subsidiar ações colaborativas entre as áreas para resolução conjunta de problemas (como mostra a figura 29); aspectos críticos e pontos de intersecção entre os processos das áreas de DP e PCP são indicados (figura 26 – Matriz de oportunidades e formas de integração DP-PCP), assim como as variáveis apresentadas no modelo quantitativo são indicadas como aspectos influentes no Nível de Integração entre as áreas; as propostas foram avaliadas com auxílio de

profissionais que atuam tanto no DP e no PCP de uma empresa com necessidades mais pronunciadas de melhorias na integração entre essas áreas.

Uma limitação das propostas apresentadas reside na subjetividade de alguns dos critérios adotados, tendo em vista que foram exploradas a interação do pesquisador com os entrevistados e o conhecimento construído com base na análise da situação investigada (aspectos coerentes com a abordagem de pesquisa adotada). Outra limitação reside no limitado número de empresas estudadas, tendo em vista que o propósito da pesquisa foi a realização de uma análise mais aprofundada para identificação das variáveis e boas práticas que efetivamente contribuem para a integração interfuncional, o que, por sua vez, seria dificultado com a participação de um elevado número de empresas. Porém, tais limitações, não afetam a validade dos resultados, haja vista o fato de que não é propósito desta tese generalizar os resultados, mas sim levantar informações detalhadas no que se refere à integração DP-PCP em ambiente ETO e o fato de que foram estudadas três empresas de elevada representatividade no segmento em que atuam.

Como propostas para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de pesquisas que possibilitem a aplicação efetiva das propostas aqui apresentadas, permitindo seu maior detalhamento, refinamento e o possível desdobramento de variáveis e ações que possam surgir ao longo do processo de melhoria da integração entre DP e PCP. Outra proposta consiste na realização de um estudo com a participação de um maior número de empresas, porém com foco apenas na identificação de boas práticas para melhoria da integração e sua incorporação nas propostas aqui apresentadas.

BIBLIOGRAFIA

- ALTAMIRANO, A. V. *Metodologia para integração do marketing e da manufatura*. Tese de Doutorado. Florianópolis/SC, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- ALVAREZ, M. P.; QUEIROZ, A. A. Aproximações dos laços de parcerias entre fornecedor-cliente na cadeia de suprimentos como fonte de competitividade. In: *XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Ouro Preto/MG, 2003.
- AMARAL, D. C. *Arquitetura para gerenciamento de conhecimentos explícitos sobre o processo de desenvolvimento de produto*. Tese de Doutorado. São Carlos, EESC-USP, 2001.
- AMARAL, D. C. *Colaboração cliente-fornecedor no desenvolvimento de produto: integração, escopo e qualidade do projeto do produto – estudos de caso na indústria automobilística brasileira*. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 1997.
- AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. Colaboração cliente-fornecedor no processo de desenvolvimento de produto: estudo de casos na indústria de autopeças. *Gestão e Produção*, v.7, n.1, p.56-72, abr. 2000.
- ANDRADE, J. H. *Planejamento e controle de produção na pequena empresa: estudo de caso de fatores intervenientes no desempenho de um empreendimento metalúrgico da cidade de São Carlos-SP*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 2007.
- ANDRADE, J. H.; FERNANDES, F. C. F.; NANTES, J. F. D. Avaliação do nível de integração entre PDP e PCP em ambiente de projeto e fabricação sob encomenda. In: *XXX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Carlos/SP, 2010.
- AULETE, C. *Dicionário contemporâneo da língua portuguesa*. 5a. Ed. Rio de Janeiro: Editora Delta, 1970.
- AVELLAR, A.P. Relatório setorial final: bens de capital. Pesquisa DPP – Diretório de Pesquisa Privada, 2008. Disponível em <<http://www.finep.gov.br/PortalDPP>> (Acesso mar./2010)
- BERTALANFFY, L. *Teoria geral dos sistemas*. 3a. Ed. Petrópolis: Editora Vozes Ltda, 1977.
- BONNEY, M. Reflections on production planning and control (PPC). *Gestão e Produção*, v.7,n.3, p.181-207, dez./2000.
- BRYMAN, A. Barriers to integrating quantitative and qualitative research. *Journal of Mixed Methods Research*, v.1, n.1, p.8-22, jan./2007.
- BURBIDGE, J. L. *Planejamento e controle da produção*. São Paulo: Atlas, 1981.
- BUSS, C. O. *Cooperação interfuncional no desenvolvimento de novos produtos: a interface marketing-engenharia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- CAMPANINI, L. *Gerenciamento de projetos em uma empresa de bens de capital: uma comparação entre procedimentos utilizados e o método da corrente crítica*. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2008.
- CAMPOS, V. F. *TQC: controle da qualidade total no estilo japonês*. 5a. Ed. Belo Horizonte: UFMG, 1992.
- CARDOSO, A. A. C.; MIYAKE, D. I. Integração entre as funções de produção e PCP pela promoção do sistema puxado. In: *XI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção*, Bauru/SP, 2004.
- CARETA, C. B; MUSETTI, M. A. Medição de desempenho logístico no setor de bens de capital agrícolas: um estudo de caso. SPOLM 2008.

- CARON, F.; FIORE, A. 'Engineer to order' companies: how to integrate manufacturing and innovative processes. *International Journal of Project Management*, v.13, n.5, p.313-319, 1995.
- CARPINETTI, L. C. R.; BUOSI, T.; GERÓLAMO, M. C. Quality management and improvement: a framework and a business-process reference model. *Business Process Management Journal*, v. 9, n. 4, p.543-554, 2003.
- CARVALHO, J. L. M.; TOLEDO, J. C. Departamentalização x Integração: um desafio para as empresas no desenvolvimento de novos produtos?. In: V Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGET, 2008. Disponível em: http://www.aedb.br/seget/artigos08/469_Seget_Integracao_Final+.pdf (Acesso dez/2011)
- CHASE, R.; JACOBS, F.; AQUILANO, N. *Administração da produção para a vantagem competitiva*. 10a. Ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2006.
- CHECKLAND, P. B. *Systems thinking, systems practice*. 3th. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1993.
- CHENG, F.; Ettl, M.; LIN, G.; YAO, D. D. Inventory-service optimization in configure-to-order systems. In: *Manufacturing & Service Operations Management*, 2002. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.28.7978&rep=rep1&type=pdf> (Acesso fev./2009).
- CHRISTIANO, A. C. *Planejamento da produção na manufatura celular: um procedimento heurístico de programação de tarefas na produção não repetitiva sob encomenda*. Tese de Doutorado. São Carlos, EESC-USP, 1994.
- CHURCHMAN, C. W. *Introdução à teoria dos sistemas*. 2a. Ed. Petrópolis: Vozes, 1972.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. *Managing new product and process development*. New York: Free Press, 1993.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. *Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. 2a. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Evaluating an agile method planning and controlling innovative projects. *Project Management Journal*, v.41, p.73-80, 2010.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. 2a. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP – conceitos, uso e implantação*. 5a. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- COSTA, J. M. H.; AMARAL, C. S. T.; ROZENFELD, H. Best practice for selecting software to support NPD process management. *Product: Management & Development*, v.6, n.1, June, p.53-66, 2008.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Actions research for operations management. *International Journal of Operations Production Management*, v.22, n.2, p.220-240, 2002.
- CROSBY, P. B. *Integração: qualidade e recursos humanos para o ano 2000*. São Paulo: Makron Books, 1993.
- CROXTON, K. L.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; LAMBERT, D. M.; ROGERS, D. S. The supply chain management processes. *The International Journal of Logistics Management*, v. 12, n. 2, p.13-36, 2001.
- DAVENPORT, T. H. Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, p.1-11, jul.-aug. 1998.
- DAVENPORT, T. H. *Reengenharia de processos*. 5a. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- DAYAL, U.; HSU, M.; LADIN, R. Business process coordination: state of the art, trends, and open issues. In: *Proceedings of the 27th VLDB Conference*, Roma, Italy, 2001.
- DEMO, P. *Saber pensar*. 2a. Ed. São Paulo: Cortez Editora, 2001.
- DESCHAMPS, J. P.; NAYAK, P. R. *Produtos irresistíveis: como operacionalizar um fluxo perfeito de produtos do produtor ao consumidor*. São Paulo: Makron Books, 1996.

- DILWORTH, J. B. *Productions and Operations Management* – manufacturing and services. 5th Ed. New York: McGraw-Hill, 1993.
- DUARTE, O. A. *O desempenho do setor de bens de capital no Brasil nos anos 90: os impactos da política econômica e as implicações para o desenvolvimento*. Tese de doutorado. Instituto de Economia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
- FELTRINI, G. M. *Aplicação de modelos qualitativos à educação científica de surdos*. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, 2009.
- FERNANDES, F. C. F. *Concepção de um Sistema de Controle da Produção para a manufatura celular*. Tese de Doutorado. São Carlos, EESC-USP, 1991.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. *Planejamento e controle da produção – dos fundamentos ao essencial*. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- FERNANDES, F. C. F.; MACCARTHY, B. L. Production planning and control: the gap between theory and practice in the light of modern manufacturing concepts. 15th International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future (CARS & FOF'99). *Proceedings...*, Águas de Lindóia-Brazil, v.1, p.MF2-1 – MF2-6, August, 1999.
- FERREIRA, A. B. H. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 1a. Ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S.A., 1975.
- FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. Estratégias competitivas e competências essenciais: perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil. *Gestão & Produção*, v.10, n.2, p.129-144, ago. 2003.
- FNQ. *Cadernos de excelência: processos*. Série Cadernos de Excelência, n.7. São Paulo: Fundação Nacional da Qualidade, 2006. Disponível em: <http://www.fnq.org.br> (Acesso fev./2009)
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da produção e operações*. 8a. Ed. São Paulo: Pioneira, 2005.
- GAZETA MERCANTIL. Ozires Silva. Mensagem ao jovem cidadão em uma fase de crise econômica. *Gazeta Mercantil/ Caderno A*, p.3, 23 de março 2009. Disponível em: http://www.investnews.net/GZM_News.aspx?parms=2357675,18,1,1 (Acesso mar./2009).
- GEROLAMO, M. C. *Proposta de sistematização para o processo de gestão de melhorias a mudanças de desempenho*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 2003.
- GODINHO FILHO, M. *Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados*. Tese de Doutorado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2004.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura (PEGEMs): elementos-chave e modelo conceitual. *Gestão & Produção*, v.12, n.3, p.333-345, set.-dez. 2005.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Strategic paradigms for manufacturing management (SPMM): key elements and conceptual model. *International Journal of Industrial Engineering*, v.16, p.147-159, 2009.
- GONÇALVES FILHO, E. V.; MARÇOLA, J. A. Uma proposta de modelagem da lista de materiais. *Gestão & Produção*, v.3, n.2, p.156-172, ago. 1996.
- GONÇALVES, J. E. L. As empresas são grandes coleções de processos. *Revista de Administração de Empresas – RAE/FGV*, São Paulo, v.40, n.1, p.6-19, jan./mar., 2000.
- GONZÁLEZ, M. O. A. *Processo de gerenciar a integração de clientes no processo de desenvolvimento de produtos*. Tese de Doutorado - Centro de Ciências Exatas e

- Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2010.
- GONZALEZ, R. V. D. Análise exploratória da prática da melhoria contínua em empresas fornecedoras do setor automobilístico e de bens de capital certificadas pela norma ISO 9001:2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2006.
- GRIFFIN, A.; HAUSER, J. R. Integrating R&D and marketing: a review and analysis of the literature. *The Journal of Product Innovation Management*, v.13, n.3, p.191-215, may, 1996.
- GROOVER, M. P. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 2th. Ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2000.
- GUTIERRES, N. Softwares de gestão: a relação entre a tecnologia e a capacitação do capital humano. *Banas Qualidade*, n. 213, p.24-28, fev., 2010.
- HALL, R. H. *Organizações: estruturas, processos e resultados*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- HAMERI, A.; NIHTILÄ, J. Product data management – exploratory study on state-of-the-art in one-of-a-kind product industry. *Computers in Industry*, v.35, p.195-206, 1998.
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. *Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerencia*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- HAYES, J.P.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. *Produção, Estratégia e Tecnologia – em busca da vantagem competitiva*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- HILL, A. Competitiveness and processes: integrating engineering in the capital goods industry, *World Class Design to Manufacture*, v.2, n.5, p.27-31, 1995. [<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=852372&show=abstract>]
- HVOLBY, H. H.; TRIENEKENS, J. H. Challenges in business systems integration. *Computers in Industry*, v.61, p.808-812, 2010.
- JUGEND, D. Gestão da integração entre desenvolvimento de produtos e de tecnologias: estudo de casos em empresas industriais de médio porte e intensivas em tecnologia. Tese de Doutorado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2010.
- JUNQUEIRA, G. S. *Análise das possibilidades de aplicação de sistemas supervisórios no planejamento e controle de produção*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 2003.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. *Controle da qualidade - ciclo dos produtos: do projeto à produção*. 4a. ed. São Paulo: Makron Books, 1992.
- KAHN, K. B. Interdepartmental Integration: a definition with implications for product development performance. *The Journal of Product Innovation Management*, v.13, n.2, p.137-150, march, 1996.
- KAHN, K. B.; McDONOUGH III, E. F. An empirical study of the relationships among co-location, Integration, performance, and satisfaction. *The Journal of Product Innovation Management*, v.14, n.3, p.162-176, may, 1997.
- KAPLAN, R. S.; COOPER, R. *Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo*. São Paulo: Futura, 1998.
- KAYE, M.; ANDERSON, R. Continuous improvement the ten essential criteria. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 169, n.5, p.485-506, 1999.
- KERLINGER, F. N. *Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1980.

- KUMAR, R.; MIDHA, P. S. An objective approach for identifying the strategic components of a PDM system. *Industrial Management & Data Systems*, v.104, n.1, p.56-67, 2004.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 3a. Ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, v. 9, n. 2, p.1-19, 1998.
- LAWRENCE, P. R.; LORSCH, J. W. *As empresas e o ambiente: diferenciação e integração administrativas*. Petrópolis: Vozes, 1973.
- LEAL, J. B. S. Pesquisa-ação sobre as formas de promover um aumento na participação dos funcionários no desenvolvimento e uso do sistema de medição de desempenho de uma empresa de bens de capital. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2009.
- MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. A multi-dimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems. *Production Planning & Control*, Vol. II, N. 5, p.481-496, 2000.
- MAIA, G. T. O.; MARTINS, R. A.; MAIA, J. L. Medição de desempenho em uma empresa de bens de capital: um estudo de caso. In: *XXX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Carlos/SP, 2010.
- MANETTI, J. How technology is transforming manufacturing. *Production and Inventory Management Journal*, 42, 1, p.54-64, First Quarter 2001.
- MANO, A. P.; TOLEDO, J. C. A integração interfuncional na gestão de desenvolvimento do produto: um estudo de caso em uma empresa de máquina agrícola. In: *V Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produtos*, Curitiba-PR, 2005.
- MARÇOLA, J. A. *Horas anualizadas como técnica do planejamento de capacidade em sistemas de manufatura*. Tese de Doutorado. São Carlos, EESC-USP, 2000.
- MARTINS, G. A. Falando sobre teorias e modelos nas ciências contábeis. In: *4º Congresso de Controladoria e Contabilidade da USP*, 2004. Disponível em: <http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos42004> (acesso abr/2011).
- MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 45-61.
- MARTINS, R. A. *Flexibilidade e integração no novo paradigma produtivo mundial: estudo de casos*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 1993.
- MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 5-19.
- MARTINS, R. A.; SACOMANO, J. B. Integração, flexibilidade e qualidade: os caminhos para um novo paradigma produtivo. *Gestão & Produção*, v.1, n.2, p.153-170, ago. 1994.
- MASTRANTONIO, S. D.S. Análise das práticas da gestão da qualidade em fabricantes de equipamentos para a indústria de alimentos do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2009.
- MATTAR, F. N. *Pesquisa de Marketing: Metodologia e Planejamento*. São Paulo: Atlas, 1996.
- MCKAY, J., MARSHALL, P. The dual imperatives of action research. *Information Technology & People*, v.14, n.1, p.46-59, 2001.
- MELO, D. A. Discussão sobre a problemática na interface entre as funções *marketing* e produção. *Produção*, v.5, n.1, p.79-90, 1995.

- MERLI, G. *Comakership: a nova estratégia para os suprimentos*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1994.
- MEYER, C. How the right measures help teams excel. *Harvard Business Review*, v. 72, n.3, p. 95-103, may-june, 1994.
- MIGUEL, P. A. C. (org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, v.17, n.1, p.216-229, jan./abr, 2007.
- MORABITO, R.; PUREZA, V. Modelagem e simulação. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 165-194.
- MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1993.
- MORRIS, D.; BRANDON, J. *Reengenharia: reestruturando sua empresa*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- NADLER, D.A.; TUSHMAN, M.L. *Projeto de Organizações com boa adequação: uma moldura para compreender as novas arquiteturas*. In: NADLER, D.A.; GERSTEIN, M.S.; SHAW, R.B. & ASSOCIADOS. *Arquitetura organizacional*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- NAKANO, D. Métodos de pesquisa adotados na engenharia de produção e gestão de operações. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 63-72.
- NASSIF, A. Estrutura e Competitividade da Indústria de bens de capital brasileira. Texto para discussão nº 109, BNDES, Rio de Janeiro, ago. 2007.
- ONoyAMA, M. M. *Análise da gestão do processo de desenvolvimento de produtos em empresas fornecedoras de bens de capital para o setor sucroalcooleiro*. Tese de Doutorado - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2011.
- ONoyAMA, S. S. *Integração multifuncional no desenvolvimento de produtos: estudo de múltiplos casos em indústrias de laticínios mineiras*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, UFMG, 2006.
- ONoyAMA, S. S.; ONoyAMA, M. M.; LARA, J. E.; ASSUMPCÃO, M. R. P.; TOLEDO, J. C. Integração intra e interorganizacional no desenvolvimento de produtos: estudo de caso no setor de laticínios. *Revista Gestão Industrial*, v.4, n.1, p. 68-87, 2008.
- OZTEMEL, E.; TEKEZ, E. K. Integrating manufacturing systems through knowledge exchange protocols within an agent-based knowledge network. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25, p. 235-245, 2009.
- PAIVA, E. L.; GAVRONSKI, I.; D´AVILA, L. C. The relationship between manufacturing integration and performance from an activity-oriented perspective. *BAR – Brazilian Administration Review*, v.8, n.4, p. 376-394, Curitiba, oct./dez., 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1807-769220110004&lng=en&nrm=iso (Acesso jun./2012)
- PEREIRA, M.M. *Avaliação de um ambiente computacional integrado para desenvolvimento de produtos no seguimento de bens de capital com engenharia sob encomenda*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 2005.
- PIRES, S. R. I. *Gestão estratégica da produção*. Piracicaba: UNIMEP, 1995.
- PMI. *Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos: guia PMBOK*. 3a.ed. Project Management Institute, 2004.
- RESENDE, M. O.; SACOMANO, J. B. *Princípios dos sistemas de planejamento e controle de produção*. Notas de aula. São Carlos: Publicações EESC-USP, 2000.

- RONDEAU, P. J.; LITTERAL, L. A. Evolution of manufacturing planning and control systems: from reorder point to enterprise resource planning. *Production an Inventory Management Journal*, 42, 2, p.1-7, Second Quarter 2001.
- ROZENFELD, H. Desenvolvimento de Produto na Manufatura Integrada por Computador (CIM). *Engenharia Arquitetura*, São Carlos, v. 1, n.1, p. 1-18, 1999. Disponível em: http://www.numa.org.br/download/Desenv_Produto/DP_CIM.doc (Acesso mar./2009).
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva.
- RUSSO, R. D. B. *Aplicabilidade dos sistemas de planejamento e controle da produção na indústria pesada de bens de capital sob encomenda de produtos não repetitivos*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 1997.
- RUSSOMANO, V. H. *Planejamento e controle da produção*. 5a. Ed. São Paulo: Pioneira, 1995.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. *Metodologia de pesquisa*. 3a. Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- SCHMENNER, R. W. *Production/Operations management: concepts and situations*. 4th. Ed. New York: MacMillan Publishing Company, 1990.
- SHAPIRO, B. P. "Can marketing and manufacturing co-exist?". *Harvard Business Review*, v.55, p. 104-114, sep-oct, 1977.
- SILVA, C. E. S. *Método para avaliação do desempenho do processo de desenvolvimento de produto*. Tese de Doutorado. Santa Catarina, UFSC, 2001.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000.
- SINGER, P. *A formação da classe operária*. São Paulo: Atual Editora, 1985.
- SIPPER, D; BULFIN, R. *Production: Planning, Control and Integration*. McGraw-Hill, 1997.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 2a. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOBRAL, M. C. *Gestão do Desenvolvimento de Produtos: um contraste entre desenvolvimento conjunto e desenvolvimento interno*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, FEA-USP, 2003.
- SONG, X. M.; THIEME, R. J.; XIE, J. The impact of cross-functional joint involvement across product development stages: an exploratory study. *The Journal of Product Innovation Management*, v.15, n.4, p.289-302, july, 1998.
- SOUZA, C. A. *Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de casos de implantação de sistemas ERP*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, FEA-USP, 2000.
- SOUZA, L. C. *O uso do ERP (Enterprise Resource Planning) e seu impacto na gestão de suprimentos em empresas da indústria de alimentos processados*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, DEP-UFSCar, 2005.
- SPRAKEL, E. B.; SEVERIANO FILHO, C. A evolução dos sistemas de PCP sob a ótica da engenharia de produção. In: *XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro, 1999.
- STRACHMAN, E.; AVELLAR, A. P. M. Estratégias, desenvolvimento tecnológico e inovação no setor de bens de capital, no Brasil. *Ensaios FEE*, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 237-266, jun. 2008.
- SUKSTER, R. *A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras*. Mestrado Profissionalizante em Engenharia, UFRGS, 2005.
- SUTTON, R. I.; STAW, B. M. What theory is not. *Administrative Science Quarterly*, v.40, p.372-378, 1995.

- TECMARAN. Disponível em: <http://www.tecmaran.com.br/> (acesso mar/2010)
- THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 14a. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- THIOLLENT, M. *Pesquisa-ação nas organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.
- TONIOLI, J. N. *A integração entre o processo de desenvolvimento de produto e o gerenciamento da cadeia de suprimentos e sua relação com o papel desempenhado pelo engenheiro de produto*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Escola Politécnica-USP, 2003.
- TORRES JÚNIOR, N.; MIYAKE, D. I. A melhoria contínua no processo de desenvolvimento de produtos: identificando seus elementos e ocorrência. In: *IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos*, Gramado/RS, 2003.
- TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.
- TU, Y. Production planning and control in a virtual one-of-a-kind production company. *Computers in Industry*, v.34, p.271-283, 1997.
- TU, Y.; CHU, X.; YANG, W. Computer-aided process planning in virtual one-of-a-kind production. *Computers in Industry*, v.41, p.99-110, 2000.
- TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Pesquisa-ação na engenharia de produção. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 145-163.
- VAN ECK, M. Advanced planning and scheduling – is logistics everything? *BWI Paper*, Vrije Universiteit Amsterdam: April, 2003. Disponível em: http://www.math.vu.nl/en/Images/vaneck_tcm72-94452.doc (acesso jan/2011)
- VERNADAT, F.B. *Enterprise modeling and integration: principles and applications*. London: Chapman & Hall, 1996.
- VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. (1997). *Manufacturing planning and control systems*. 4a. ed. New York : Irwin/McGraw-Hill.
- VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C.; JACOBS, F.R. *Sistemas de planejamento & Controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos*. 5a. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, N. 2, p.195-219, 2002.
- WHETTEN, D. A. O que constitui uma contribuição teórica? *RAE – Revista de Administração de Empresas*, v. 43, n.3, p.69-73, jul./set. 2003.
- WREN, D. A. *Evolution of management thought*. 4th. Ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3a. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2005.
- ZACCARELLI, S. B. (1986). *Programação e controle da produção*. 7a. ed. São Paulo: Pioneira.
- ZANCUL, E. S. *Análise da aplicabilidade de um sistema ERP no processo de desenvolvimento de produtos*. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro de Entrevista: Caracterização da Empresa e Classificação do Sistema de Produção/PCP

Identificação da Empresa e do entrevistado

Empresa: _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Cargo: _____

e-mail: _____ Fone: _____

Caracterização geral da empresa

1. N° de Funcionários: _____

2. Qtde Unidades Fabris: _____

3. Composição do tempo de resposta: _____

(LS – Lead time de suprimentos; LP – Lead time de produção; LD – Lead time de distribuição)

4. Nível de Repetição: _____

5. Nível de automação: _____

6. Há algum tipo de segmentação por unidades produtivas na empresa (onde exista uma distinção entre o nível repetição dos itens produzidos)? Se sim, quantas e quais?

Caracterização do Produto

7. Estrutura do produto: _____

8. Nível de customização: _____

9. Número de produtos: _____

Caracterização do Processo

10. Tipo de Layout: _____

11. Tipo de estoque de segurança: _____

12. Tipo de Fluxo: _____

Caracterização da Montagem

13. Tipo de Montagem: _____

14. Tipo de Organização do trabalho: _____

Sistema de PCP atual e Estrutura do PCP

15. Quais são as ferramentas e sistemas empregados para a execução das atividades de PCP?

16. Como estão segmentadas as funções e responsabilidades no PCP (organograma)?

APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista: Entendimento do DP e Análise da interação DP-PCP

Identificação da Empresa e do entrevistado

Empresa: _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Cargo: _____

e-mail: _____ Fone: _____

1. Nº de Funcionários da área: _____

2. Como estão segmentadas as funções e responsabilidades no DP (organograma da área)?

3. Classifique os objetivos de desempenho abaixo de acordo com sua prioridade para o DP na empresa. Utilizar uma escala de 1 a 5, atribuindo 1 para o objetivo mais importante a ser cumprido.

() Qualidade () Rapidez () Pontualidade

() Flexibilidade () Custo

4. Quais sistemas e ferramentas de tecnologia de informação são utilizadas para auxiliar o DP (CAD, ERP, PDM, Banco de Dados, Planilha Eletrônicas etc)? Exemplifique casos de aplicação.

5. Quais são as principais dificuldades encontradas no processo de desenvolvimento de produtos?

6. O processo de desenvolvimento de produtos é documentado e padronizado? Existe alguma formalização especificando as atividades que devem ser desenvolvidas, locais de armazenagem de informações, momento de passagem e destinatários das informações?

7. Existem indicadores de desempenho para monitoração do DP? Se sim, quais são e o que eles medem?

8. Como são determinados os prazos a serem cumpridos pelo DP no processo de atendimento de encomendas? Como é realizado o acompanhamento e atualização destes prazos?

9. Dentre as áreas listadas abaixo, classifique-as de acordo com sua participação no DP. Utilizar 1 para o que mais participa e assim sucessivamente.

- | | | |
|--|---|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Engenharia de Processos | <input type="checkbox"/> Vendas/Comercial | <input type="checkbox"/> Qualidade |
| <input type="checkbox"/> P & D | <input type="checkbox"/> Produção | <input type="checkbox"/> PCP |
| <input type="checkbox"/> Outra. Especificar: _____ | | |

10. Como as informações geradas no DP são disponibilizadas para as demais áreas da empresa? Especificar o processo de passagem de informações para o PCP.

11. Como é realizada a revisão das informações que já haviam sido liberadas (Desenhos, Listas de Materiais)? Com que frequência são realizadas as revisões?

12. Como a equipe de DP é informada sobre alterações ou modificações de projeto identificadas por outras áreas da empresa?

13. Como é realizada a comunicação entre DP e PCP (*e-mail*, reuniões, telefone, contato pessoal etc)? Como esta comunicação poderia ser melhorada?

14. Existem atividades nas quais a área de PCP poderia participar de forma mais ativa no DP (colaboração)? Se sim, quais e como?

15. Quais necessidades da área de PCP são levadas em conta no DP da empresa?

16. Quais são as principais dificuldades encontradas na interação com a área de PCP?

APÊNDICE C – Roteiro de Entrevista: Entendimento do PCP e Análise da interação DP-PCP

Identificação da Empresa e do entrevistado

Empresa: _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Cargo: _____

e-mail: _____ Fone: _____

1. Nº de Funcionários da área: _____

2. Quais são as principais atividades desenvolvidas no PCP da empresa?

3. Classifique os objetivos de desempenho abaixo de acordo com sua prioridade para o PCP na empresa. Utilizar uma escala de 1 a 5, atribuindo 1 para o objetivo mais importante a ser cumprido.

() Qualidade () Rapidez () Pontualidade

() Flexibilidade () Custo

4. Quais sistemas e ferramentas de tecnologia de informação são utilizadas para auxiliar a troca de informações entre DP e PCP (CAD, ERP, PDM, Banco de Dados, Planilhas Eletrônicas, etc)? Exemplifique casos de aplicação.

5. Quais são as principais dificuldades encontradas na interação (compartilhamento de informações e comunicação) entre DP e PCP?

6. Quais informações do DP são fundamentais para a execução das atividades do PCP?

7. Quais são as principais necessidades do PCP em relação ao DP?

8. Como são determinados os prazos a serem cumpridos pelo DP no processo de atendimento de encomendas? Como é realizado o acompanhamento e atualização destes prazos?

9. Quais são os impactos para o PCP das falhas no processo de DP (erros em listas e desenhos, atrasos no cumprimento de prazos de projetos etc)?

10. Existem informações do PCP que são compartilhadas com o DP? Se sim, quais e como?

11. Como o PCP é informado sobre a revisão de informações que já haviam sido liberadas pelo DP (Desenhos, Listas de Materiais)? Existem problemas associados a revisões?

12. Como a equipe de DP é informada sobre alterações ou modificações de projeto identificadas durante as atividades de PCP?

13. Como é realizada a comunicação entre DP e PCP (*e-mail*, reuniões, telefone, contato pessoal etc)? Como essa comunicação poderia ser melhorada?

14. Existem atividades nas quais a área de PCP poderia participar de forma mais ativa no DP (colaboração)? Quais e como?

15. Quais necessidades da área de PCP são transmitidas para o DP da empresa?

16. Quais são as principais dificuldades encontradas na interação com a área de DP? Quais seriam suas sugestões para saná-las?

APÊNDICE D – Roteiro de Entrevista: Avaliação do Nível de Integração entre DP e PCP na Empresa A

1) Há interação entre o DP e o PCP?

1.1) Se sim, como e quando a interação ocorre?

1.2) Se não, em sua opinião, seria necessário ocorrer?

2) Em qual aspecto (compartilhamento de informações ou participação intensiva) o [DP ou PCP] poderia contribuir nas suas atividades?

3) A empresa incentiva formas de integração entre as áreas?

4) Em sua opinião, qual seria uma forma de fazer com que DP e PCP trabalhem de maneira integrada?

Parte 2 – A Interface DP-PCP

Observação: O termo interface no contexto aqui apresentado, diz respeito à comunicação e troca de informações entre DP e PCP, ou seja, a forma pela qual acontece a união entre os processos das áreas.

2.1 Os dados e informações trocados na interface entre DP e PCP são conhecidos de todos os envolvidos (o que, quando e como).

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.2 A discussão e definição conjunta de requisitos (o que se espera) tanto do DP, quanto do PCP, seria uma forma de melhorar a interface entre as áreas.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.3 Na interface entre DP e PCP existem informações que são perdidas ou ações que não são realizadas devido à falta de nomeação de responsáveis.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.4 As Pessoas, a Estrutura Organizacional, os Procedimentos e a Tecnologia utilizada são fundamentais para que a integração entre DP e PCP efetivamente ocorra.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.5 Sei claramente em quais atividades a área de DP precisa da colaboração do PCP.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.6 Atualmente o PCP tem colaborado com o DP nestas atividades.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.7 Sei claramente em quais atividades a área de PCP precisa da colaboração do DP.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.8 Atualmente o DP tem colaborado com o PCP nestas atividades.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

2.9 Um método (sequência de passos a serem realizados) é uma forma adequada para melhorar a integração entre DP e PCP.

Resposta: **1** **2** **3** **4** **5**

APÊNDICE F – Recomendações para a condução dos estudos de casos

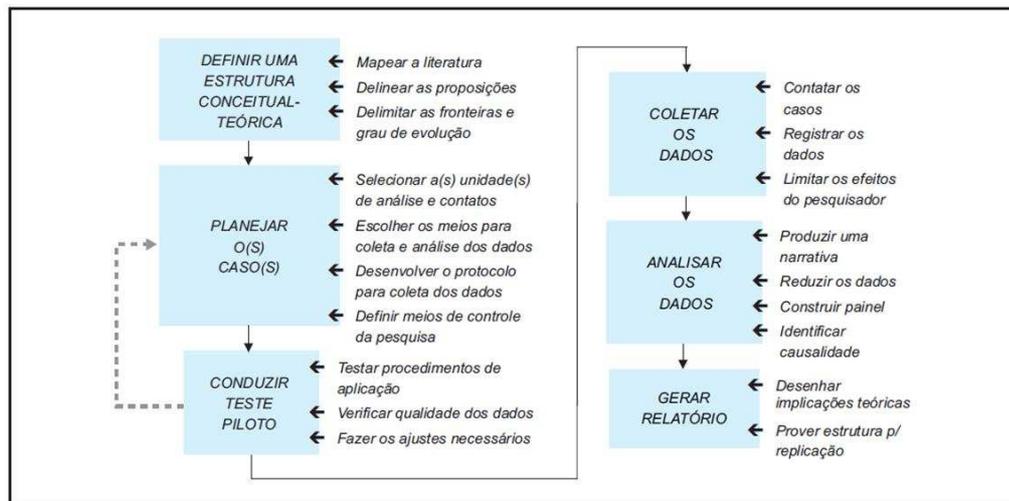
Conforme aponta o trabalho de Nakano (2010) a participação do estudo de caso como método de pesquisa utilizado na Engenharia de Produção tem aumentado significativamente, superando os estudos teóricos/conceituais que predominavam até 2003. Porém, apesar desta predominância, este método de pesquisa tem sofrido diversas críticas, conforme aponta Yin (2005), pelo fato de permitir uma grande flexibilidade ou até mesmo por não exigir (explicitamente) um rigor sistemático por parte do pesquisador.

No entanto, quando aplicado devidamente, esse método auxilia o pesquisador a desenvolver e testar teorias no campo de estudo da Engenharia de Produção, principalmente pelo fato de tratar de questões eminentemente aplicadas a sistemas produtivos reais (MIGUEL, 2007; VOSS *et al*, 2002).

A fim de nortear esta aplicação sistemática deste método que apresenta um grande potencial para o auxílio no desenvolvimento e teste de novas teorias na área de Engenharia de Produção, são apresentadas algumas recomendações práticas para sua condução.

Miguel (2007) apresenta uma estrutura para a condução de estudos de casos, mostrando conteúdo e sequência de passos, de modo a permitir que o potencial deste método de pesquisa seja explorado adequadamente. Essa estrutura proposta pelo autor é apresentada na figura AF01.

Figura AF01 – Estrutura para condução de estudos de casos.

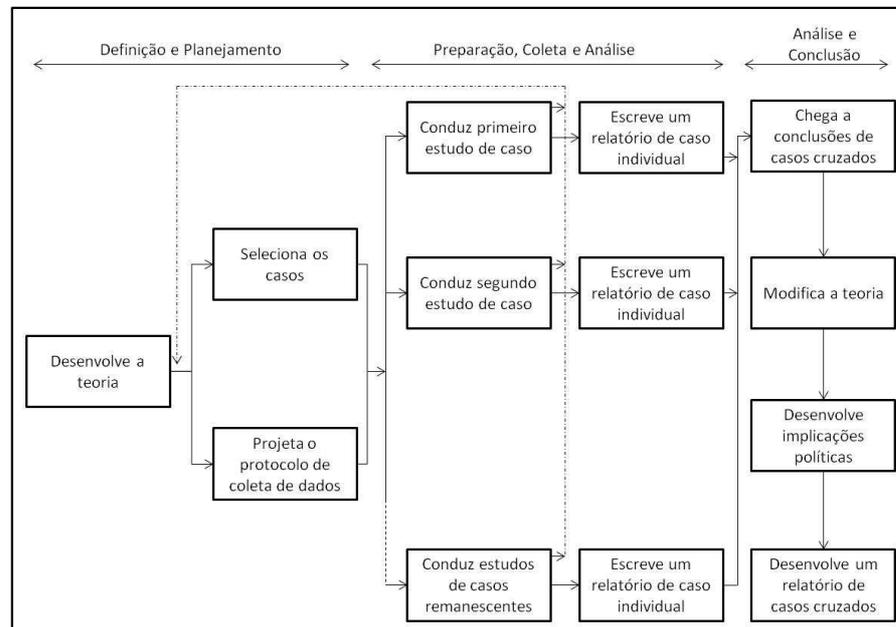


Fonte: Miguel (2007, p.221)

De outro modo, porém em uma perspectiva bastante análoga, Yin (2005) recomenda a estruturação do método de estudo de caso em três grandes etapas: 1. Definição e

Planejamento; 2. Preparação, Coleta e Análise; 3. Análise e Conclusão. Essa estruturação proposta pelo autor é apresentada na figura AF02.

Figura AF02 – Estruturação do método de estudo de casos



Fonte: Yin (2005, p.72)

Uma análise geral destas duas estruturações propostas aponta para o fato de que na condução de estudos de casos são necessários:

- Mapeamento da teoria, de modo a permitir um entendimento do “estado da arte” a respeito dos pontos-chaves estudados;
- Seleção dos casos a serem estudados, em consonância com objetivos e problema de pesquisa a serem endereçados;
- Observação de procedimentos que permitam confiabilidade e replicação da coleta de dados;
- Análise consistente, intensiva e sem viés dos dados coletados, passando pela construção de narrativas individuais, seguido do cruzamento das observações e dados coletados, quando da realização de múltiplos casos;
- Construção ou Re-Construção da teoria com base nas descobertas do estudo, atentando para o nível de generalização permitido ou viável.