



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MECÂNICA



ESTRUTURA DE PRODUTO PARA MANUFATURA

Aluno: Bruno Vergílio Barcelos
Orientador: Professor Anderson Hoose, Mestre.

Passo Fundo, 2015.

Bruno Vergílio Barcelos

ESTRUTURA DE PRODUTO PARA MANUFATURA

Orientador: Professor Anderson Hoose, Mestre.

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo.

Passo Fundo

2015

ESTRUTURA DE PRODUTO PARA MANUFATURA

Bruno Vergílio Barcelos

Data de apresentação: Passo Fundo, 07 de julho de 2015.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam o Trabalho de Conclusão de Curso

Anderson Hoose, Mestre.

Orientador

Universidade de Passo Fundo

Leonardo Tagliari Rico, Mestre.

Universidade de Passo Fundo

Nilo Alberto Scheidmandel, Mestre.

Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2015

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a minha família, a qual desde o início de minha caminhada ensinou-me a respeitar e agir como cidadão consciente. A força, o potencial de renovação e a dignidade de todos ensinamentos recebidos fundamenta e dá suporte a construção de meus princípios e ideais. Enalteço o caráter e a simplicidade da pessoa especial que tenho ao meu lado e esclareço minha gratidão aos sinceros amigos.

AGRADECIMENTO

Ao ser superior por garantir que meus propósitos fossem alcançados dentro dos limites e condições expostas.

Agradeço a instituição de ensino, a que estou inserido, e em especial ao orientador e aos professores que nortearam a elaboração do trabalho, permitindo que os conteúdos abordados no decorrer do curso fossem expostos e dessem condições para a busca da excelência no estudo.

A organização estudada, tendo em vista a permissão e disposição dos dados para realização do feito.

E a todos que de alguma forma contribuíram na escolha do referencial bibliográfico, da definição dos métodos de análise, da compilação dos resultados e/ou nas formatações do trabalho.

Resumo

A otimização dos processos fabris é tema em destaque em qualquer organização, tendo em vista o aumento da competitividade e as exigências dos consumidores. Em contrapartida a este cenário, a literatura específica, descreve como sendo comum erros primários nas formas de consideração dos processos de transformação dos produtos. Portanto, este estudo visou apresentar a relação do “desenho” da estrutura de produto com a inconsistência dos dados gerados pelo controlador de produção, sugerindo que o desenvolvimento do projeto do produto deve estar atrelado aos processos no decorrer das etapas de transformação. Este formato, aliado a capacidade produtiva, garante *status* de produção real e o abastecimento logístico eficaz objetivado. A pesquisa-ação utilizada como metodologia permitiu identificar os problemas encontrados nas empresas, analisar a situação atual, elaborar as proposições dos resultados e por fim, compilar os dados para apresentação das capacidades produtivas por centro de trabalho de montagem, mensurando o impacto da estrutura de produto para manufatura nas atuais listas técnicas da organização. Os resultados encontrados foram satisfatórios, garantindo, dentre outros, precisão para as tomadas de decisão e confiabilidade nos prazos de entrega ao mercado consumidor.

Palavras-chaves: estrutura de produto, *status* de produção, abastecimento logístico.

LISTA DE ABREVIATURAS

MRP – *Manufacturing Resources Planning*

JIT – *Just in Time*

MES - *Manufacturing Execution System*

OF - Ordem de Fabricação

CT – Centro de Trabalho

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PE – Produção Enxuta

SAP - *Systeme, Anwendungen und Produkte*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A representação de um sistema.....	15
Figura 2: Estrutura de produto simplificada.....	21
Figura 3: Delineamento simplificado do método.....	27
Figura 4: Perguntas aplicadas no questionário quantitativo de logística.....	28
Figura 5: Perguntas aplicadas no questionário quantitativo de montagem.....	29
Figura 6: Modelo de planilha para consumo <i>versus</i> célula.....	31
Figura 7: Esquema dos centros de trabalho da montagem.....	32
Figura 8: Relação estrutura de produto para a manufatura e objetivos específicos.....	34
Figura 9: Comparativo entre a quantidade atual de códigos e a proposta no estudo.....	38
Figura 10: Representação do fluxo contínuo da linha principal.....	38
Figura 11: Representação do fluxo de um conjunto pré-montado.....	39
Figura 12 - Esquema <i>backflushing</i> integral.....	40
Figura 13- Representação do consumo dos componentes em um Centro de Trabalho exclusivo.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação entre funções do sistema de administração da produção e aspectos competitivos	16
Quadro 2: Situação atual <i>versus</i> Estrutura de Produto para a Manufatura	37
Quadro 3: Capacidades e Centros de Custo do setor de Montagem.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.2 PROBLEMA	11
1.3 JUSTIFICATIVAS	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E O SISTEMA DE PRODUÇÃO	15
2.2 FILOSOFIA <i>JUST IN TIME</i>	17
2.2.1 A capacidade produtiva	17
2.2.2 Estrutura de produto bem desenhada.....	19
2.2.3 Listas de materiais e seu abastecimento	21
2.2.4 Apontando status de produção.....	22
3 MÉTODO DE TRABALHO	25
3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	25
3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	25
3.2.1 Definição e caracterização das etapas	25
3.2.2 Identificação/comprovação e definição dos problemas.....	27
3.2.3 Análise da situação atual	30
3.2.4 Proposições de resultados e elaboração do projeto	33
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	35
4.1 A PESQUISA COMPROBATÓRIA.....	35
4.2 <i>STATUS</i> DE PRODUÇÃO - A SITUAÇÃO ATUAL.....	36
4.3 CONTROLANDO A FÁBRICA ATRAVÉS DE CENTROS DE TRABALHO... 	40
4.3.1 Capacidade Produtiva -Dados para o sistema	41
4.3.2 Endereçamento logístico aos componentes	43
5 CONCLUSÃO.....	44
5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO	44
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

APÊNDICE A – Dados por centro de trabalho.....	48
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O termo produção está cada vez mais difundido nas organizações, ao passo que aumenta a competitividade nas operações, busca-se a otimização nos seus respectivos processos. Em suma à qualidade e a exigência de baixos custos, constituem-se nos princípios básicos que os consumidores exigem nos produtos e serviços (EVANGELISTA *et al.*, 2011).

As organizações precisam administrar sua produção em âmbito interno e externo, desta forma, a comunicação entre clientes e fornecedores deve ser eficiente a ponto de manter organizada a estrutura fabril. Numa visão sistêmica exige-se a união de um horizonte de planejamento ideal (CORRÊA *et al.*, 2007), com a informação da capacidade produtiva da empresa e a estrutura do produto bem concebida, proporcionando assim, o suporte para as tomadas de decisão e garantindo que os registros de entrada e saída do sistema sejam processados adequadamente.

Assim sendo, este trabalho visa apresentar a importância de considerar as operações para a produção de um determinado produto na etapa de desenvolvimento do mesmo, tendo em vista que operações que não agreguem valor são dispensáveis para sua funcionalidade.

A abordagem visa possibilitar aplicações em organizações de todos os tamanhos, seja ela, pequena, média ou de grande porte. De um modo geral, o sistema precisa ser flexível, com custos baixos, de qualidade e inovador.

1.2 PROBLEMA

Segundo Corrêa *et al.* (2007) é mais comum do que se imagina encontrarmos nas empresas erros primários na definição de *lead times* e discordâncias nas estruturas dos produtos. Um dos erros frequentes é a consideração dos *lead times* como exclusivamente os tempos de processamento e preparação da máquina, desconsiderando os tempos de fila. O efeito prático desta situação é na maioria das vezes o subdimensionamento dos tempos de processos resultando em falta de materiais e gerando atrasos nas entregas aos clientes. A dificuldade está em estimar os tempos de espera e do próprio processamento envolvido na produção de determinado componente da lista de materiais. Da mesma forma Fernandes e Marins (2012) enxergam dificuldades no mapeamento e na formação do processo logístico, pois não há

práticas comuns que sustentem uma Produção Enxuta (PE) e um amplo mix de produção cada vez mais utilizado nas organizações atuais. Neste contexto tem-se como questão da pesquisa: A concepção do projeto do produto tem influência direta na elaboração das estimativas dos tempos do processo envolvidos nas etapas de transformação do produto?

1.3 JUSTIFICATIVAS

Na concepção de Corrêa *et al.* (2007) o processo de globalização, fortalecido pelo uso das redes de comunicação, trouxe consigo e vêm fortalecendo cada vez mais o quadro de competitividade mundial. Esta competição exige que os sistemas produtivos sejam capazes de adaptar-se rapidamente as mudanças, tornando-se essencial o controle da produção.

Inegavelmente como pontua Martins e Laugeni (2005) *lead times* menores trazem tempos de atravessamento menores, estoques em processo reduzidos, mais agilidade para responder a mudanças exigidas pelo mercado, tempos de entrega menores aos clientes, comprovando que nunca é demais enfatizar a importância de otimizar os tempos das atividades.

Junior (2011) deixa claro que é preciso um controle de fábrica apurado para permitir a execução dos planos de materiais e da capacidade fabril, afim de controlar os Centros de Trabalho (CT) e conseqüentemente garantir dados factíveis para maximização dos processos.

Corrêa *et al.* (2007) em seus estudos, esclarece que há limitações na lógica do MRP (*Manufacturing Resources Planning*) para empresas com processos produtivos que apresentem roteiros complexos e múltiplos alternativos, restrições fortes que condicionem o sequenciamento das ordens, necessidade de divisão e/ou casos de sobreposição. Como explica Junior (2011) estas constatações fazem com que várias empresas se utilizem de sistemas híbridos de MRP e *Just in Time* (JIT). Com as ferramentas de controle e nivelamento da produção do JIT os dados terão maior acurácia e permitirão que o sistema esteja preparado para um mix de produção que o mercado exige. Para isso, diz-se gestão detalhada de fábrica (programação de curtíssimo prazo e controle).

Como contrapartida a redução de estoques está a gestão fabril, que deve ter como responsabilidade “enxergar” de forma clara e precisa sua capacidade produtiva. Para que esta estratégia se consolide é necessária a concepção dos projetos produtos condizentes com a realidade da manufatura da organização em questão, afim de permitir a leitura da situação corrente dos produtos em suas fases de transformação (SLACK *et al.*, 2009). Neste contexto Janardanan *et al.* (2008) afirma que nos últimos tempos, apesar das restrições, existem

softwares e estudos voltados ao gerenciamento do desenvolvimento de produtos de forma colaborativa, visando garantir a otimização e a garantia do banco de dados destes.

Como pontua Slack *et al.* (2009) o foco da atenção da Engenharia de Produção concentra-se na gestão dos sistemas de produção, os quais são definidos como todo conjunto de recursos organizados de modo a obter produtos ou serviços de um modo sistemático. Ressalta-se que há uma clara diferenciação entre a gestão do sistema de produção, a qual é restrita à mobilização de recursos diretamente relacionados com a produção de produtos e serviços com a gestão do empreendimento, que é mais abrangente, pois envolve decisões em paralelo com a área contábil ou à de seleção e capacitação de recursos humanos.

Ao otimizar a partilha de ideias entre engenheiros e *designers* do produto, garante-se redução nos tempos de desenvolvimento do projeto (JANARDANAN *et al.*, 2008). Demoly *et al.* (2011) comprova que o principal objetivo desta inter-relação é definir a sequência de montagem nas fases preliminares da concepção do produto. A aplicação do conhecimento do processo de montagem é de fundamental necessidade.

O que propõem este trabalho é desenvolver uma estrutura de produto (árvore) que considere o processo de manufatura, ao qual o produto se conceberá, garantindo indiretamente que o sistema consiga “ler” de maneira precisa o desenvolver dos processos, através de apontamentos no decorrer de cada centro de trabalho, juntamente com o abastecimento preciso destes componentes e conjuntos envolvidos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma Estrutura de Produto para a Manufatura, que possibilite a verificação dos *status* de produção do setor montagem de acordo com a capacidade produtiva instalada e o endereçamento dos componentes nos seus respectivos locais de consumo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são definidos como:

- a) Apresentar a capacidade produtiva dos Centros de Trabalho da montagem;
- b) Apontar o *status* de produção dos Centros de Trabalho da montagem;

- c) Garantir endereçamento dos componentes em seus respectivos pontos de consumo na montagem.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E O SISTEMA DE PRODUÇÃO

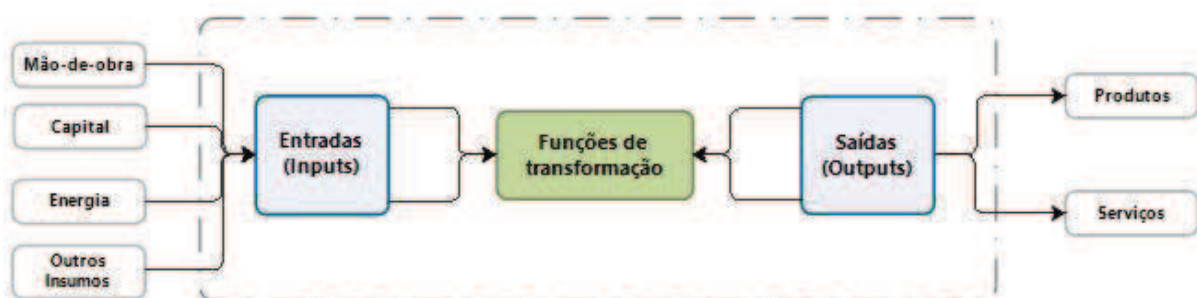
Segundo Slack *et al.* (2009) todas as atividades envolvidas na administração da produção têm contribuição significativa no sucesso da organização. Quando utilizamos de forma eficaz os recursos de transformação para bens e serviços de modo a satisfazer os consumidores estamos sendo criativos, inovadores e vigorosos para com os processos, produtos e serviços envolvidos.

É fundamental para garantir a eficácia na administração o amplo conhecimento de sistemas. Martins e Laugeni (2005) consideram “um sistema como sendo um conjunto de elementos inter-relacionados com um objetivo comum”. Na concepção de Junior (2011) “é a disposição das partes de um todo que, de maneira coordenada, formam uma estrutura organizada, com a finalidade de executar uma ou mais atividades, ou ainda, um conjunto de eventos que se repetem ciclicamente na realização de tarefas predefinidas”.

Para Martins e Laugeni (2005) todos sistemas compõem-se de três elementos básicos. A representação pode ser vista na Figura 1 a seguir:

- Entradas (*inputs*): “são os insumos, ou seja, o conjunto de todos os recursos necessários, tais como instalações, capital, mão de obra, tecnologia, energia elétrica, informações e outros”;
- Funções de transformação: essas funções são as responsáveis por transformar os *inputs* em *outputs* através de “decisões, processos, regras heurísticas, algoritmos matemáticos, modelos de simulação, julgamento humano, dentre outros fatores”;
- Saídas (*outputs*): “são os produtos manufaturados, serviços prestados, informações fornecidas”.

Figura 1: A representação de um sistema



Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2005)

De acordo com Corrêa *et al.* (2007) é responsabilidade da administração da produção relacionar suas sete principais funções a seis aspectos de desempenho competitivo, os quais estão envolvidos no escopo dos sistemas de operações produtivas nas organizações. A relação descrita pode ser vista no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Relação entre funções do sistema de administração da produção e aspectos competitivos

	CUSTO	VELOCIDADE	CONFIABILIDADE	FLEXIBILIDADE	QUALIDADE	SERVIÇO
1	√	√	√			
2	√					
3	√	√	√	√		
4	√	√	√			
5			√		√	√
6	√		√			
7		√		√		
1. Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.						
2. Planejar os materiais comprados.						
3. Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semiacabados e produtos finais, nos pontos certos						
4. Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas atividades certas e prioritárias.						
5. Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito de situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção).						
6. Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-las.						
7. Ser capaz de reagir eficazmente.						

Fonte: Adaptado de Corrêa *et al.* (2007)

Conforme Slack *et al.* (2009) os sistemas de produção enxutos há 20 anos eram considerados radicais em relação à prática tradicional de transformação. As operações enxutas significam deslocar-se na direção de eliminar desperdícios, de modo a agilizar operações, torná-las mais confiáveis e com qualidade elevada. Esta filosofia é bem abordada e reconhecida através da disciplina *Just in Time*, a qual será apresentada em breve e vai de encontro a proposta deste trabalho.

2.2 FILOSOFIA *JUST IN TIME*

Como esclarece Corrêa *et al.* (2007) o JIT surgiu no Japão, em meados da década de 70, seu desenvolvimento é creditado à *Toyota Motor Company*, o qual visava um sistema de administração que permitisse coordenar a produção com uma demanda específica com o mínimo de atraso. De encontro a filosofia JIT, o sistema *Kanban* permite “puxar” a produção a partir da demanda, produzindo assim em cada estágio produtivo somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no instante necessário.

Uma definição mais completa é dada por Slack *et al.* (2009):

“O Just in Time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e no local corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do equilíbrio entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia chave do JIT é a simplificação.” (SLACK *et al.*, 2009).

As atividades, relações, fluxos de trabalho e processos devem permitir a identificação dos problemas automaticamente. Através disto tem-se a resposta que o sistema, aparentemente rígido, dá em relação a flexibilidade e adaptabilidade que o mercado exige (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Nakagawa (1993) afirma que o JIT é um processo contínuo que objetiva melhorar a produtividade e a qualidade, ao nível do chão de fábrica, enfatizando a melhoria dos processos de produção. Portanto a redução de estoques é vista como um subproduto das melhorias de produtividade e qualidade.

2.2.1 A capacidade produtiva

O controle do nível de estoque e o atendimento ao cliente são duas das metas mais traçadas para a administração da produção, juntamente com outra meta, geralmente deixada de lado, que é a utilização da capacidade instalada, a qual na maioria das vezes é superdimensionada para haver maior segurança (JUNIOR, 2011).

Segundo Chiavenato (2008) a capacidade de produção de uma empresa constitui o potencial produtivo desta. Em outros termos o volume de produção de produtos/serviços realizável. Salienta-se que o volume ideal garante o máximo de lucro em contraste com o

mínimo custo. Este potencial é representado através de quatro fatores, sendo estes: A capacidade instalada, definida com a quantidade de equipamentos e máquinas disponíveis e em funcionamento; a mão de obra, quantificada pelo número de pessoas disponíveis; matéria-prima, sendo descritos como os materiais e insumos entregues à empresa pelos fornecedores e pôr fim os recursos financeiros, sendo a capacidade financeira de fazer investimentos.

Para Corrêa *et al.* (2007) a falta de consideração da capacidade no planejamento dos materiais sempre implica em custos adicionais, seja com o excesso de capacidade, pela formação de estoques ou pelas consequências do atraso na entrega de produtos finais ao mercado. Slack *et al.* (2007) em seus estudos também afirma que produzir apenas para manter alta utilização de capacidade não só não tem sentido como também é contra produtivo, já que o estoque extra gerado dificulta o aprimoramento da produção.

Ainda para Corrêa *et al.* (2007) o simples fato de um sistema de produção ser bem implantado, uma das principais razões para o surgimento de estoque deixa de existir: a falta de coordenação informacional entre fases de um processo de transformação. A principal função dos sistemas de administração da produção é propiciar esta coordenação: dispor informações aos tomadores de decisão, dentre estas, quais, quantos e quando serão necessários suprimentos de recursos produtivos: materiais, mão de obra, equipamentos, entre outros, para atendimento de determinada necessidade. O que vem ao encontro das informações, as quais devem estar contidas para as definições da capacidade produtiva de determinado setor ou célula de trabalho.

Slack *et al.* (2009) define capacidade produtiva como sendo, o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação.

O conhecimento da capacidade produtiva (CORRÊA *et al.*, 2007) expressa-se no momento em que existe:

- a) Gerência dos lotes de produção;
- b) Gestão detalhada de recurso incluindo: sequenciamento, liberação, monitoramento de equipamentos;
- c) Alocação e coordenação de recursos humanos e ferramental;
- d) Instruções de trabalho;
- e) Rastreabilidade.

A variedade de produtos dispostas ao mercado consumidor pelas empresas é ainda elevado, o que implica em demandas variáveis no decorrer do horizonte de planejamento ano e mês vistos pelo departamento de planejamento e controle da produção da organização. Corrêa

et al. (2007) apresenta em seus estudos os limitantes do sistema JIT quanto a esta flexibilidade que o mercado exige:

- a) Restrição relativa da variedade de produtos produzidos, trabalhando-se com uma faixa de produtos limitada, produzidos em grande quantidade;
- b) Utilizar-se de técnicas de projeto adequadas à manufatura e à montagem, enquanto isso a fábrica deve perceber a produção de uma gama restrita de componentes.

Em resposta a estas dificuldades o sistema JIT procura adequar a demanda esperada as possibilidades do sistema produtivo, além de organizar o sistema de um modo que variações relativamente pequenas em um curto prazo sejam absorvidas com poucos problemas. A esta técnica se dá o nome de amaciamento da produção e será explicada a seguir.

A técnica de amaciamento da produção como sugere Corrêa *et al.* (2007) consiste em duas fases, a da programação mensal, a qual adapta as demandas variáveis ao longo do ano, ao passo que a segunda procura adaptar a expectativa diária de produção com as variações de demanda no decorrer do mês.

Segundo Corrêa *et al.* (2007) o MRP II, que em português quer dizer: Planejamento dos Recursos da Manufatura, não atende de maneira precisa unidades produtivas que contenham em suas formas de produção problemas mais complexos, como diferentes níveis de produção para combinações de máquinas, ferramentas, operadores, *split* (divisão) e *overlapping* (sobreposição) de ordens e operações, alocação de recursos a ordens com alto grau de variabilidade. Possui restrições também nas análises a curto prazo, pois o custo gerado devido a sua burocracia não responde aos benefícios apresentados.

Em contrapartida a estas limitações apresentadas pelo MRP II e como forma de comprovar a necessidade de novos estudos, Junior (2011) afirma que as novas formas de manufatura buscam atender uma maior gama de variedades e de personalização dos produtos, utilizando-se de curtos ciclos produtivos e foco numa drástica redução dos custos operacionais, representando uma produção customizada.

2.2.2 Estrutura de produto bem desenhada

Conforme dito por Corrêa *et al.* (2007) um bom sistema da administração garante registros corretos acerca da composição dos produtos, ou seja, as listas de materiais e as estruturas dos produtos, para evitar redundâncias de informações, serão as mesmas listas consultadas pela engenharia. Como comprovação Slack *et al.* (2009) apresentam que estudos realizados em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm demonstrado que o projeto

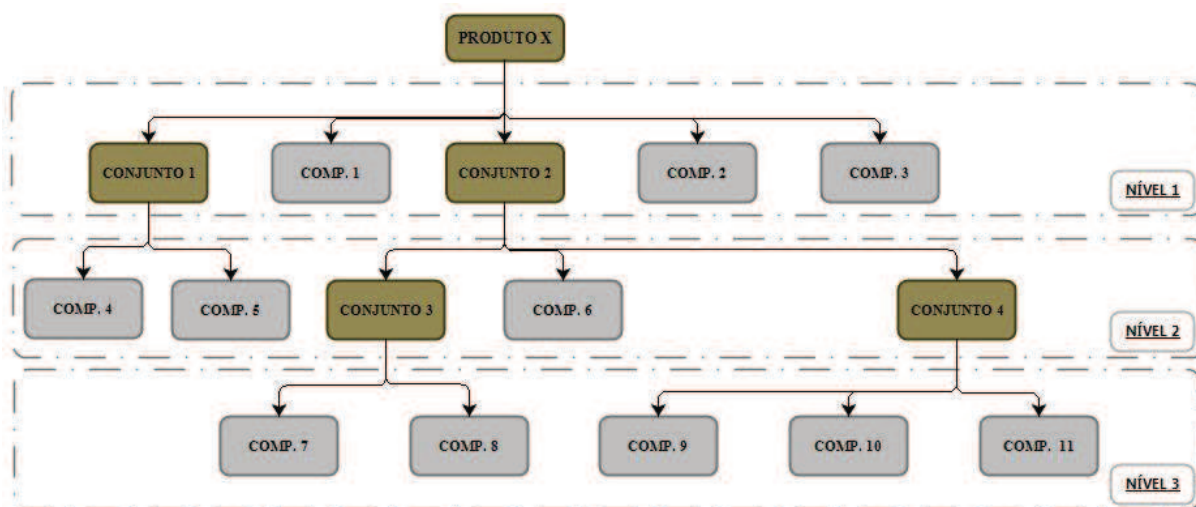
determina 70% a 80% dos custos da produção. Ao aprimorar-se o projeto pode reduzir-se drasticamente o custo do produto final, por meio de alterações no número de componentes e submontagens, além da otimização do uso de materiais e técnicas de processamento. Tendo em vista que melhorias desta magnitude não são possíveis olhando apenas para a eficiência da manufatura.

Os custos de produção acima citados são representados por Durán (2004) como sendo a soma do custo da matéria-prima consumida, o custo da mão de obra direta participante nas atividades de transformação e dos custos indiretos de fabricação.

Corrêa *et al.* (2007) compara o efeito da falta de acurácia dos dados de estrutura com os dados de posição de estoque, tratando-os como devastadores. Para exemplificação imagine-se que determinado componente seja alterado (substituído) pela engenharia. Os novos desenhos (dos produtos atualizados) foram encaminhados para a produção, os antigos, corretamente, foram removidos de seus respectivos setores, mas por alguma falha de procedimento, digitação, atenção ou outro, a alteração do produto não fora executada via sistema, ou seja, a estrutura do produto continua inalterada no MRP II. Desta forma a programação de ordens de compra e a produção dar-se-á através da antiga estrutura e o resultado prático será a falta de componentes na linha de montagem e o conseqüente atraso na entrega dos produtos ao cliente final.

A estrutura do produto é um conjunto de objetos e seus inter-relacionamentos, sendo que esta ilustra os tipos de componentes e como eles se relacionam entre si, de forma hierárquica para um determinado fim. É a representação de como os componentes, subconjuntos e conjuntos se juntam para formar a configuração do produto (JANARDANAN *et al.*, 2008). Para Corrêa *et al.* (2007) uma estrutura de produto é constituída basicamente de itens “pais” e itens “filhos”. Sendo que os “filhos” representam componentes diretos de outros itens, estes correspondentemente chamados de itens “pais”. O arranjo destes componentes permitem organizar e compor a estrutura de produto, a qual representa todas as relações pai-filho de determinado produto. A Figura 2 a seguir representa uma estrutura de produto simplificada:

Figura 2: Estrutura de produto simplificada



Fonte: Adaptado de Corrêa *et al.* (2007)

Em suma, segundo Corrêa *et al.* (2007) se os conjuntos representados na Figura 2 constituírem-se dos itens “filhos” ou “pais” consumidos em determinado centro produtivo permitir-se-á um nível altamente detalhado de informações dos materiais. Entretanto, às vezes, são inúmeras as operações envolvidas nos processos de transformação no instante em que a Ordem de Fabricação (OF) está em curso. Este detalhamento permite:

- a) Transferência de material de um local para outro;
- b) Transferência de material de um local de armazenagem para uma OF;
- c) Transferência de material de uma dada OF para um local de armazenagem;
- d) Transferência de material de uma dada OF para outra OF;
- e) Baixa de material a partir de um local de armazenagem;
- f) Baixa de material a partir de uma OF.

2.2.3 Listas de materiais e seu abastecimento

Os trabalhos encontrados sobre logística interna em fábricas são escassos se comparados aos de logística externa (FUNK, 1995; WU, 2003; CHUAH, YINGLING, 2005; REICHHART, HOLWEG, 2007 *apud* MARODIN *et al.*, 2012). Um guia para criar o fluxo de materiais dentro da fábrica foi concebido por (HARRIS *et al.*, 2004 *apud* MARODIN *et al.*, 2012), entretanto, sem a demonstração prática de aplicação dos conceitos e com uma abordagem ampla. Zylstra (ZYLSTRA, 2008 *apud* MARODIN *et al.*, 2012) conceitua a cadeia de suprimentos e a logística na PE, seja ela interna ou externa, mas não exemplifica as dificuldades encontradas no momento da implantação.

Cassel *et al.* (2002) em seus estudos afirma que a logística tem interfaces com a atividade e operações, no abastecimento de materiais, no manuseio e na expedição de produtos acabados, sendo que sua influência tem implicação direta nos níveis de estoque, e portanto, interfere no capital de giro e despesas da organização, os quais são fundamentais para manter a eficiência operacional e atender de maneira satisfatória ao cliente final.

A sugestão de Harris (*apud* MARODIN *et al.*, 2012) é a criação de um banco de dados contendo todas as informações necessárias para gerenciamento das peças de seu ponto de origem (estoques) até seu ponto de consumo. É o chamado PPCP- Plano Para Cada Peça, o qual deve conter informações do tipo:

- a) Informação sobre a peça, como: código, descritivo, consumo diário, local de uso e armazenamento;
- b) Informações do fornecedor, dentre estas: frequência do pedido, fornecedor e localização;
- c) Informações sobre a embalagem, como: peso, tipo, dimensões e utilização. Para que os benefícios se consolidem o PPCP deve manter-se atualizado.

Ballou (*apud* CASSEL *et al.*,2002) pontua que a separação de pedidos, por sua natureza de mão de obra intensiva, permite grandes melhorias de produtividade, destacando o zoneamento da coleta, ou seja, especialização dos coletores em um número limitado de componentes em uma zona específica, ao contrário de exigir a movimentação deste por toda a área de estoque.

Atrelado a separação de pedidos está a liberação da OF. No momento da “abertura da ordem” o sistema “empenhará” ou reservará os materiais para que não sejam considerados mais disponíveis, mesmo estando fisicamente na área de estoque. Além disso, ao depender desta informação estamos centralizando as decisões ao sistema, não deixando tais para o colaborador e justificando a importância do sequenciamento da produção (CORRÊA *et al.*, 2007).

2.2.4 Apontando status de produção

Segundo Corrêa *et al.* (2007) os sistemas de rastreabilidade podem associar lotes a roteiros produtivos, permitindo assim caso seja necessário, a identificação do equipamento específico ou o operador que gerou o lote defeituoso ou o atraso na produção. O objetivo é rastrear antes de “caçar bruxas”, identificando causas e não efeitos que determinado processo, o qual não agrega valor ao produto, está gerando no sistema como um todo. Por definição o custo da matéria-prima também envolve-se na quantificação do custo da produção. Durán

(2004) em seus estudos diz que a matéria-prima deve ser consumida em uma dada unidade do produto. Para que isso ocorra um controle de estoque apurado deve existir, o qual deve permitir a movimentação ao longo de um dado período, bem como o seu consumo por parte de cada produto ou linha de produção.

Corrêa *et al.* (2007) vê como um dos motivos para a geração de estoque a não coordenação entre fases de um processo de transformação, considerando que pode ser impossível ou inviável coordenar estas, afim de alterar suas curvas de suprimento e consumo.

Esta dificuldade, inscrita acima, também é pontuada para as áreas de estoque, como salienta Cassel (2002), pois há ambientes onde a variedade de itens armazenados é muito grande, trazendo como dificuldade adicional à separação de itens e seu conseqüente *picking*.

Para que haja rastreio e gerenciamento das ordens de produção em seu curso é preciso pontos de controle entre as operações. Estes apontamentos no decorrer do processo geram atividades burocráticas e não agregadoras de valor à produção. O custo destes “coletores” é influenciado pelo número destes e pelo grau de automação no processo de coleta dos dados (CORRÊA *et al.*, 2007).

O controle de fábrica conforme sugere Junior (2011) é responsável por executar o plano de materiais e de capacidade, controlar todas as atividades dos centros de trabalho, maximizar a produtividade e controlar prioridades por intermédio de dados básicos que permitam responder alguns questionamentos:

- a) O que estamos produzindo? ;
- b) Quais itens serão consumidos? ;
- c) Quando iniciamos e quando terminamos a operação? ;
- d) Quando são necessários os itens? ;
- e) Como executamos a operação? .

Corrêa *et al.* (2007) afirma que a resposta a estes questionamentos está na acurácia dos dados gerados no *backflushing*, ou seja, na “baixa automática” dos itens da estrutura. O sistema exige, para um bom funcionamento, a informação de quando determinado produto acabado ou semiacabado fica pronto e deve ser armazenado nos estoques respectivos. Salienta-se que o conjunto, acabado ou semiacabado, deve estar necessariamente completo com seus referentes componentes contidos na base de dados, o que é representado pela estrutura do produto.

Em acordo a afirmação acima Corrêa *et al.* (2007) diz que o impacto da acurácia dos estoques fica visível se considerar o cálculo de necessidade lógico dos modelos de MRP. O registro lógico do sistema considera, por exemplo, que determinada quantidade de material encontra-se disponível em estoque, sendo que, fisicamente não existe. Neste instante o sistema

ao rodar o plano mestre de produção, vai apenas sugerir ordens de compra ou produção da quantidade faltante do item, ou seja, a menor. Por outro lado, ao apontar de forma errônea um processo, dando baixa de alguns componentes sem seu real consumo, o sistema assumirá que há menos itens no estoque do que na realidade (fisicamente) há.

O dia a dia do programador da produção depende diretamente dos dados gerados pelo controle da fábrica, pois este envolve-se em definições determinantes dos custos de produção, dentre as quais o uso de hora extras, ligação e desligamento de recursos de acordo com a utilização e/ou contratação destes. Sendo que estes planos de produção gerados ao “chão de fábrica”, determinam em grande instância os desempenhos dos prazos de entrega aos clientes, sejam eles internos (setores sequentes) ou o próprio consumidor final (JUNIOR, 2011).

O *Manufacturing Execution System*, o qual em sua tradução literal quer dizer Sistema de Execução da Manufatura ou simplesmente MES, é um sistema de gerenciamento que orienta as melhorias de desempenho complementando e aperfeiçoando os sistemas integrados, neste caso, o MRP II. Em sua essência o MES faz a ligação entre o sistema de planejamento e o chão de fábrica aumentando a dinâmica do “planejador”, o qual não seria capaz de lidar com aspectos de andamento de uma ordem de produção em progresso e com as restrições de curto prazo. A acurácia dos dados, ou seja, a alocação dos recursos, garante e permite verificar se o que fora previsto pelo planejador será alcançado no período previsto (CORRÊA *et al.*, 2007).

3 MÉTODO DE TRABALHO

3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A empresa em estudo é de propriedade privada, classifica-se como de grande porte, possuindo em sua estrutura mais de 2000 colaboradores diretos. Quanto ao tipo de produção descreve-se como de transformação e seu sistema produtivo característico é de produção em lotes. A organização em questão tem como um dos seus diferenciais um amplo mix de produção. Salienta-se que a empresa já busca no seu dia-a-dia a produção no modo enxuto e possui potencial e maturidade para aprimoramento deste método. Para Marodin *et al.* (2012) a busca incessante pela redução de preços e melhoria na qualidade dos produtos e processos destaca a PE como um meio de atingir tais padrões, inclusive em serviços, processos administrativos e áreas de apoio a manufatura.

A melhoria proposta no trabalho tem implicação direta na área de Planejamento e Controle da Produção (PCP), influenciando na área de produção, logística e de manufatura. Em suma, o processo de montagem é quem direciona o desenvolvimento do trabalho, pois este antecede o setor de expedição, e é quem dita a produção, de acordo com o que diz o conceito de “sistema puxado” do JIT. Da mesma forma, a Logística também é fator fundamental nas definições expressas neste estudo, pois é ela que dá suporte e fornece matéria-prima ao setor de montagem. Ressalta-se que todas as peças/componentes e conjuntos processados na montagem, independentemente de suas origens (pintura, solda, fornecedores, dentre outros) considerados nesta pesquisa, são em algum instante estocados em uma das áreas destinadas pela Logística, assim fortalecendo e viabilizando a melhoria proposta.

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Como procedimento metodológico para o presente trabalho adotou-se a pesquisa-ação, pois nesta ocorre o envolvimento do pesquisador com o estudo em questão.

3.2.1 Definição e caracterização das etapas

A pesquisa-ação é expressa por Roesch (2005) como sendo:

“Pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa que permite obter conhecimento de primeira mão sobre a realidade social empírica. Permite ao pesquisador “chegar perto dos dados” e, portanto, desenvolver os componentes analíticos, conceituais e categóricos de explicação, a partir dos dados e não de técnicas estruturadas, preconcebidas e altamente quantificadas que enquadram a realidade em definições operacionais construídas pelo pesquisador. O enfoque requer que o pesquisador interprete o mundo real a partir da perspectiva dos sujeitos de sua investigação.” (ROESCH, 2005).

Para Marconi e Lakatos (2008) a exploração técnica investigador baseando-se em conhecimentos teóricos anteriores, planeja minuciosamente o método a ser utilizado, formula problemas e hipóteses, registra de maneira sistemática os dados e os analisa com a maior exatidão possível. Na coleta de dados primários faz uso de instrumentos adequados e emprega os meios mecânicos possíveis, afim de obter consistência na observação humana, no registro e na comprovação dos dados, o que representa uma exploração técnica.

Como esclarece Thiollent (1997) não há etapas pré-definidas nos projetos de pesquisa-ação, mas existem quatro grandes fases claras e objetivas. Sendo estas:

- a) Exploratória: Pesquisadores e membros da organização, na situação investigada, começam a detectar os problemas, os atores, as capacidades de ação e os tipos de ação possível;
- b) Pesquisa aprofundada: é considerada a fase mais longa, onde são deliberadas possíveis ações transformadoras para se direcionar a investigação por meio de diversos tipos de instrumentos de coleta de dados, os quais são discutidos e progressivamente interpretados;
- c) Ação: consiste, com base nas investigações em curso, na difusão dos resultados, definindo objetivos alcançáveis por meio de ações concretas;
- d) Avaliação: observa e direciona o que realmente está acontecendo em relação a pesquisa-ação executada.

Neste contexto, o projeto da estrutura de produto para a manufatura dividiu-se basicamente em 4 etapas, sendo estas: a) identificação/comprovação e definição dos problemas da empresa (exploratória); b) análise da situação atual (pesquisa aprofundada); c) proposições dos resultados e elaboração do projeto (ação); e a quarta etapa d), a qual, inclusa no capítulo 4 Apresentação e Análise dos Resultados (avaliação).

Os dados e/ou quaisquer levantamentos de informações, prescritos no decorrer do estudo envolvem o contato direto com as áreas beneficiadas, principalmente as áreas de PCP, de manufatura, de logística e de montagem. O uso de ferramentas de análise simples e de fácil entendimento foram fundamentais para a integração dos setores. A Figura 3 apresenta as fases de desenvolvimento da pesquisa-ação:

Figura 3: Delineamento simplificado do método



Fonte: Autor

3.2.2 Identificação/comprovação e definição dos problemas

Esclarece-se que para identificação inicial dos problemas, como sugere Fernandes e Marins (2012) fora levado em consideração a observação do ponto de vista dos participantes internos (colaboradores), os quais estão inseridos na realidade da empresa, diferentemente do ponto de vista externo (consultor), reafirmando o caráter exploratório do projeto.

Com intuito de identificar e comprovar a veracidade das situações problema fora elaborado uma pesquisa quantitativa. Segundo Kotler (2012) um questionário consiste em um conjunto de perguntas que são feitas aos entrevistados. A flexibilidade deste tipo de pesquisa faz com que este instrumento seja o mais utilizado para coleta de dados primários. A utilização de perguntas fechadas especifica de antemão possíveis respostas, gerando respostas claras e de fácil tabulação. O número de amostras fora definido através das seguintes expressões:

$$n = \frac{N \cdot Eo}{N + Eo} \qquad Eo = \frac{1}{(\%)^2}$$

Sendo: n = Número de amostra

N = Número da população

Eo = Erro amostral

Como prescrito anteriormente, o projeto tem influência direta na área de produção, logística e de manufatura, desta forma foram elaborados dois questionários, sendo um voltado diretamente a área logística e outro com enfoque à área produtiva em questão, neste caso a montagem. No instante da elaboração das perguntas procurou-se garantir que o método de identificação permitisse ser aplicado a qualquer empresa de mesmo segmento de atuação da organização estudada. Os questionários aplicados, os quais com as respostas suprimidas, podem ser vistos a seguir nas Figuras 4 e 5:

Figura 4: Perguntas aplicadas no questionário quantitativo de logística

Perguntas Questionário Quantitativo Logístico	
1	Considerando que a empresa em estudo trabalha com sistema puxado, qual o impacto para a logística ao mudar a sequência de produção gerada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP)?
2	Há duas formas principais de solicitação dos componentes e kit's ao setor logístico. Através de sinalização visual (andons e cartões) ou via sistema, o que o torna automático. De um modo geral, a solicitação é eficiente e de fácil entendimento aos usuários? Enumere o grau de importância, sendo 0 (ruim) e 5 (excelente).
3	O disparo de abastecimento de componentes a linha de montagem baseia-se totalmente no sistema Kanban? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
4	O tempo de resposta entre o instante de acionamento por parte do cliente montagem e o real abastecimento dos componentes e kit's é garantido pelo setor logístico? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
5	Caso haja listas de separação para a logística, estas condizem em códigos e quantidades com o que realmente é consumido pelo cliente montagem? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
6	As listas de separação de kit's e componentes acima citadas são:
7	Caso haja casos em que colaboradores do setor de montagem se direcionam até os locais de armazenamento (disfunção), o que isto pode provocar ao estoque?
8	No momento do retorno de embalagens e carros de transporte da montagem para as áreas de estoque existe devolução de componentes? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
9	Caso haja lista de separação e conseqüente formação de carros kit's nas áreas de estoque, estes são estocados ante ao encaminhamento ao cliente montagem? Quantos em média?
10	É possível mensurar a capacidade produtiva instalada nos setores logísticos envolvidos separação?

Fonte: Autor

Figura 5: Perguntas aplicadas no questionário quantitativo de montagem

Perguntas Questionário Quantitativo Montagem	
1	A seqüência de produção gerada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) é respeitada pelo setor de montagem? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
2	A solicitação de componentes e kit's para o setor logístico é feito de maneira automática ou exige-se sinalização por parte do setor de montagem?
3	A solicitação de componentes e kit's para a logística é feita de que maneira?
4	Se solicitação através de digitação individual de cada código componente ou via e-mail, quanto tempo em média esta prática está desprendendo do tempo do colaborador responsável por esta atividade?
5	Os componentes e kit's abastecidos a montagem são sempre os corretos e nas quantidades certas de consumo? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
6	O instante de fazer o pedido de componentes e kit's para a logística está definido? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
7	Os colaboradores ligados ao setor de montagem deslocam-se até as áreas de estoque para coleta de componentes e kit's? Caso Sim, com qual frequência?
8	Há componentes de característica Kanban que mantêm-se dispostos na célula de trabalho e não são consumidos pela montagem desta mesma célula? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
9	O abastecimento dos componentes é feito em um ponto específico da linha de montagem ou respeita cada célula de trabalho? Se feito em um ponto específico da linha, qual a extensão em metros da linha de montagem?
10	Os endereços de alocação(loais) dos componentes e kit's são respeitados pelos abastecedores logísticos? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).
11	Há acúmulo de componentes e kit's nos endereços de alocação destes? Enumere o grau de importância, sendo 0 (nunca) e 5 (sempre).

Fonte: Autor

A compilação dos dados obtidos na aplicação dos questionários foi feita através do *software* aplicativo SPSS, o qual é um programa de computador do tipo científico que permite transformar dados de entrada em informações importantes ao usuário.

Com intuito de nivelar a informação entre os envolvidos na pesquisa descreveu-se em acordo com Werkema (*apud* FERNADES e MARINS, 2012) o contrato de projeto. O qual, constitui-se basicamente dos seguintes itens: título; descrição do problema; definição da meta; avaliação do histórico do problema; escolha da equipe de trabalho e cronograma preliminar. Na concepção desta pesquisa-ação utilizou-se de:

Título: desenvolver uma Estrutura de Produto para a Manufatura;

Descrição: é preciso definir os *lead times* dos produtos manufaturados na empresa em estudo. Uma das dificuldades encontradas é o grande mix de produção e a não existência de endereçamento logístico para os componentes;

Meta: Garantir 100% de precisão nos endereços de consumo dos componentes.

3.2.3 Análise da situação atual

Como sugere Corrêa *et al.* (2007) a rastreabilidade dos componentes deve estar associada aos roteiros produtivos. Desta forma, para verificação da situação atual foram coletadas as informações inclusas nas Ordens de Fabricação (OF) envolvidas no setor de montagem, as quais contêm em sua estrutura uma lista de materiais, contendo conjuntos e componentes oriundos dos diferentes estoques da empresa, sejam eles, almoxarifado, estoque interno ou estoque externo.

Segundo Marconi e Lakatos (2008) tabelas e quadros são um método estatístico sistemático de apresentar os dados em colunas verticais e horizontais, as quais obedecendo à classificação dos objetos ou materiais de pesquisa. Salienta-se que é bom auxiliar, ao leitor, na compreensão e interpretação rápida da massa de dados. Todavia, tem como maior propósito o de ajudar o investigador, na distinção e compilação dos dados coletados.

Os seguintes critérios foram considerados na coleta:

- a) Código do conjunto (OF);
- b) Célula de “baixa” (*backflushing*);
- c) Característica da célula;
- d) Lista de materiais da estrutura avaliada;
- e) Célula de consumo (CT);
- f) Quantidade consumida de cada componente por CT.

Foram dois métodos aplicados para levantamento dos dados. Um deles consistiu em acompanhar o colaborador durante o período de processamento da montagem de determinado conjunto, munido da lista de material ligada ao código em questão e o outro modo aplicou-se as listas de materiais com até 30 itens, o qual compreendendo a entrevista diretamente ao montador, sem que houvesse acompanhamento da montagem na íntegra. A disposição (layout) do quadro utilizado para análise pode ser visto na Figura 6 a seguir:

Figura 6: Modelo de planilha para consumo *versus* célula

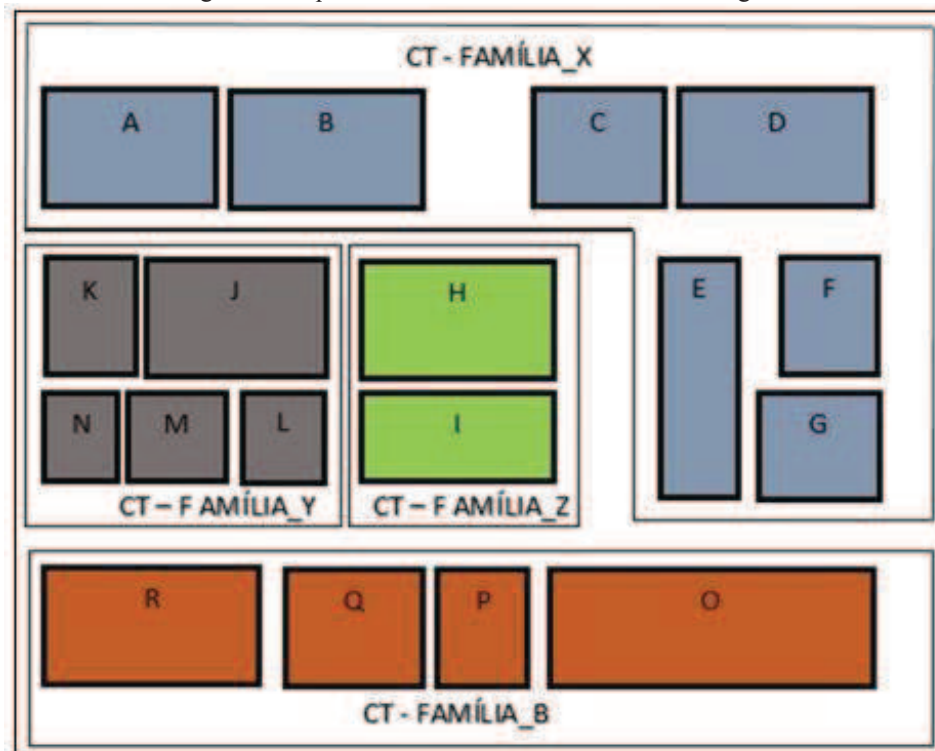
Código do Conjunto (OF)	XXXX-XXXX	
Célula de "Baixa" (backflushing)	CT_Z049_P	
Característica da célula	Pré-montagem	
Lista de materiais (Componentes)	Célula de Consumo	Quantidade Consumida
C1	CT_Z049_P	1
C2	CT_Z049_P	4
C3	CT_Z049_P	3
C4	CT_Z049_P	2
C5	CT_Z049_P	3
C6	CT_Z029_L	5
C7	CT_Z029_L	4
C8	CT_Z029_L	2
C9	CT_Z029_L	2
C10	CT_Z028_L	1
C11	CT_Z028_L	2
C12	CT_Z026_L	4
C13	CT_Z054_P	3
C14	CT_Z031_L	1
C15	CT_Z031_L	8
C16	CT_Z031_L	12
C17	CT_Z031_L	12
C18	CT_Z031_L	2

Fonte: Autor

Ao mensurar estes dados da Figura 6, pode-se compará-los ao que prescreve Junior (2011). Em seus estudos o controle de fábrica tem que controlar as atividades de cada célula de trabalho maximizando a produtividade do mesmo. Conforme Corrêa *et al.* (2007) a “baixa de componentes” automaticamente da estrutura do produto deve coincidir com o local que aponta determinado processo (*status* de produção).

Nas observações da situação atual percebeu-se a existência de CT únicos por família de produto, ou seja, um CT para a família de produtos X, outro CT para a família de produtos Y, sendo que em nenhum dos casos, como visto na representação a seguir na Figura 7 existe apenas uma célula de trabalho envolvida nos processos de montagem:

Figura 7: Esquema dos centros de trabalho da montagem



Fonte: Autor

A situação evidenciada vai de encontro ao que propõem Dúran (2004), pois os componentes não estão sendo consumidos em uma dada unidade de produto no decorrer da linha de montagem. Permite-se pensar no que propõem Dúran com a realidade encontrada: uma Ordem de Fabricação X é entregue a célula de trabalho E, posteriormente o colaborador “aponta” o início do processo de montagem nos coletores dispostos no pavilhão e inicia o processo de montagem.

Na etapa inicial o montador separa todos os componentes previstos na lista de materiais da OF e os aloca em sua bancada de trabalho. Transcorrido toda a montagem a que lhe cabe percebe que vários componentes especificados na lista de materiais “restaram” em sua bancada. Tal situação é informada a seu líder, o qual avalia o conjunto montado e afirma ao colaborador que os itens restantes não devem ser montados nesta etapa do processo, sendo assim, a OF pode ser “lançada” no sistema para permitir a baixa dos componentes automaticamente (*backflushing*). Desta forma, além do caso descrito representar que há discordância entre os componentes lançados no sistema e o real consumo dos mesmos é visível que:

- a) A logística abasteceu os componentes no local incorreto;
- b) O sistema entendeu que os componentes foram consumidos no CT da Família X, mas não identifica em que célula;

- c) A interpretação do sistema é de que o tempo transcorrido contempla toda a montagem do conjunto;
- d) Via sistema estas peças ou conjuntos foram consumidos. Caso à produção seja feita através de estoque mínimo, as mesmas podem ter gerado necessidade para o MRP;
- e) Não há rastreabilidade do processo, pois não se sabe via sistema qual dos colaboradores (recursos) executou a montagem das peças processadas no CT da Família X.

3.2.4 Proposições de resultados e elaboração do projeto

Para a proposição dos resultados fora feito uso da revisão bibliográfica. Em acordo aos objetivos específicos propostos pela pesquisa em questão, buscou-se autores que abordam em suas pesquisas temas relacionados.

Segundo Chiavenato (2008) um dos subfatores que define capacidade produtiva é a capacidade instalada. Como especificado anteriormente, na seção 3.2.3, o setor de montagem não consegue rastrear seus processos e conseqüentemente não “enxerga” a capacidade instalada da célula de trabalho E, a qual irá executar determinada operação de transformação. Com isso, propõe-se em acordo aos estudos de Corrêa *et al.* (2007), que prevê para o rastreamento e gerenciamento das ordens de fabricação no decorrer do processo pontos de controle, a criação de CT específicos para cada célula de trabalho. Estes CT contendo as especificações necessárias para apresentar a capacidade produtiva da célula.

Na visão de Junior (2011) é fundamental manter-se o controle das operações fabris envolvidas em cada etapa do processo, representando o *status* da produção. Slack *et al.* afirma ser essencial o aprimoramento do projeto para otimização do uso de materiais e para o processamento dos mesmos. Deve-se considerar também que aperfeiçoar as técnicas de transformação não são possíveis somente com a eficiência da manufatura. Conforme Corrêa *et al.* (2007) registros corretos acerca da composição das estruturas de produtos são primordiais para evitar informações redundantes. Sendo assim, fica evidente a importância e sugere-se a consideração dos recursos (centros de trabalho), pelos quais os materiais constituintes do produto são transformados, no período de concepção do projeto do produto. Em outras palavras, as listas de materiais serão condizentes com seu processo de transformação, formando assim uma estrutura de produto para a manufatura. Esta permite a “baixa de componentes” em cada um dos CT envolvidos no decorrer dos roteiros de fabricação e conseqüentemente uma alta acurácia do *status* de produção.

Harris *et al.* (*apud* MARODIN *et al.*, 2012) sugere para endereçamento dos componentes nos seus pontos de consumo a criação de um banco de dados que contenha todos os dados necessários para suas movimentações, dentre estas, dados acerca da peça, do fornecedor e da embalagem. Segundo Corrêa *et al.* a separação de pedidos tem relação direta com a “abertura das ordens de produção”, pois estas geram reserva no estoque. Relacionando os dois autores fica visível, mais uma vez, que ao desenvolver a estrutura de produto para a manufatura estamos também relacionando os componentes a determinado CT, através disso, tem-se uma “espécie de endereço” ao setor logístico.

A Figura 8 a seguir visa representar a relação existente entre a estrutura de produto para a manufatura e os três temas base avaliados neste estudo. Tal vínculo, é demonstrado na disposição das proposições em mais de um objetivo:

Figura 8: Relação estrutura de produto para a manufatura e objetivos específicos

OBJETIVO	PROPOSIÇÃO	AUTOR
CAPACIDADE PRODUTIVA	Capacidade instalada / Mão de obra / Matéria prima disponível / Recursos financeiros	Chiavenato
	<u>Controle de Fábrica através do Centro de Trabalho</u>	Junior
STATUS DE PRODUÇÃO	<u>Associação a roteiros produtivos</u>	Corrêa et al.
	<u>Consumo em um Centro de trabalho específico</u>	Durán
	Pontos de controle entre as operações	Corrêa et al.
	<u>Controle de Fábrica através do Centro de Trabalho</u>	Junior
	<u>Acurácia dos dados no backflushing da estrutura</u>	Corrêa et al.
ENDEREÇO DOS PONTOS DE CONSUMO	PPCP (Plano Para Cada Peça)	Harris
	Ordem de Fabricação(OF) reservando material	Corrêa et al.
	<u>Associação a roteiros produtivos</u>	Corrêa et al.
	<u>Consumo em um Centro de trabalho específico</u>	Durán
	<u>Controle de Fábrica através do Centro de Trabalho</u>	Junior
	<u>Acurácia dos dados no backflushing da estrutura</u>	Corrêa et al.

Fonte: Autor

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A literatura revisada juntamente com a pesquisa-ação deu condições para compilação dos dados e análise das informações geradas. Como descreve Marconi e Lakatos (2008) a representação escrita dos dados consiste em apresentar os dados coletados em forma de texto. Nos dias atuais é a modalidade mais encontrada em documentos, livros e informativos.

Casos descritos no corpo do trabalho representam inúmeras “janelas” de oportunidade de melhorias na empresa. Postas em prática, estas garantem otimização para os processos de transformação e conseqüentemente maior competitividade no segmento de atuação.

A acurácia dos dados prescrita por Corrêa *et al.* (2007) tem base na estrutura do produto para a manufatura, onde cada item “pai” ou “filho” será componente de um conjunto devidamente montado em uma célula de trabalho específica. Em termos de MRP, a cada “rodada” de sistema, dito plano mestre de produção, ter-se-á os códigos/componentes envolvidos em cada centro produtivo para dado produto da organização. Esta mesma lista de materiais, digital ou impressa, é utilizada para abastecimento logístico e permite de maneira simples gerenciar a sequência de produção, sem gerar elevado estoque em processo. Neste “desenho”, a “baixa automática” de componentes dispõem ao sistema em funcionamento, precisão nos dados quanto ao tempo de geração do produto acabado ou semiacabado para posterior armazenamento nos respectivos locais de estoque.

4.1 A PESQUISA COMPROBATÓRIA

A pesquisa demonstra que em 75% dos casos avaliados exige-se a sinalização por parte do setor montagem para garantir a vinda dos componentes para a célula de trabalho, sendo que a especificação de quais itens devem ser abastecidos, é feita em 29,6% via *e-mail*, 19,4% através da leitura dos códigos de barras das Ordens de Fabricação, em 18,5% solicita-se via comunicação oral, 13,9% dos casos via sistema, mas através da digitação de cada componente e sua respectiva quantidade, e em 18,5% de outras formas não especificadas. Nos casos apresentados como digitação individual os resultados especificam que em 24,1% das situações têm-se o desprendimento do operador no tempo de 30 à 60 minutos por dia e em 16,7% 2 à 3 horas/dia representando uma alta taxa de disfunção.

O setor de logística afirmou que há colaboradores de outras áreas acessando os depósitos de armazenagem. Sendo assim, 49,95% dos respondentes disseram que esta prática implica em baixa acurácia dos estoques e 29,52% assinalaram que os componentes retirados

sem “baixa” podem ser vistos como material não produzido, ou seja, não programados pelo PCP de sua empresa causando replanejamento e conseqüente acúmulo de peças.

Em casos em que há componentes dispostos na linha de montagem, com forma de abastecimento via *kanban* obteve-se 13% das respostas como sendo Sempre a disposição sem uso destes, em 18,5% como Quase Sempre, 23,1% como Nunca, comprovando-se assim que há contentores sem uso, há atividades de abastecimento dispensáveis sendo executadas.

Outro fator considerado é a acurácia dos componentes no quesito consumo *versus* célula. 21,3% dos respondentes assinalou como Muito Raramente, ao passo que em 15,7% das respostas obteve-se a especificação de que Nunca os componentes são abastecidos corretamente e na quantidade consumida, comprovando a sinalização de 22,9% como sendo Quase Sempre e em 18,1% como sendo Muitas Vezes a devolução de componentes para os estoques após o processo de montagem.

A compilação dos dados da pesquisa demonstrou claramente os impactos por não existir uma forma precisa de especificar os componentes a serem abastecidos em cada centro de trabalho. Há falta de acurácia dos dados dos estoques prescrita por Corrêa *et al.* (2007) como devastadora é realidade das organizações avaliadas, a imprecisão do *backflushing* resulta em divergências de abastecimento logístico, a disfunção dos colaboradores esclarece que a capacidade produtiva do setor montagem reduz-se, pois executa atividades referentes as atribuições da área logística.

4.2 STATUS DE PRODUÇÃO - A SITUAÇÃO ATUAL

A pesquisa aprofundada, a qual prevista como a fase mais longa, apresentou subsídios para o diagnóstico atual da organização. A análise total dos códigos de conjuntos da lista técnica compreendeu a avaliação de 7852 códigos e demonstrou disparidade entre a realidade atual e a sugerida neste trabalho.

A coleta dos dados comprovou que 17,47%, ou seja, 1372 conjuntos são processados parcialmente em uma célula de montagem, mas o apontamento final, o qual “informa” ao sistema que o componente fora montado por completo, é feito nesta. Sendo assim, o *backflushing* dos componentes não condiz com a realidade e não obtêm-se o consumo por uma dada unidade do produto no decorrer de sua manufatura.

Em acordo ao estudo, cada célula de trabalho deve conter sua própria ordem de fabricação atrelada a seu roteiro produtivo. Neste formato faz-se necessário o desenvolvimento de 2708 novos conjuntos, dentre estes, 39,48% para produtos de família X, 44,05% para

produtos de família Y, 14,62% para produtos de família Z e 1,85% para produtos de família B. Desta forma ter-se-á paridade entre o *status* de produção apresentado pelo sistema e o real, tendo em vista que os componentes serão consumidos no intervalo compreendido entre o apontamento inicial e o apontamento final da Ordem de Fabricação, o que resulta na leitura correta dos tempos do processo de montagem. Um resumo da realidade atual e da proposta de estrutura sugerida pode ser visto no Quadro 2 a seguir:

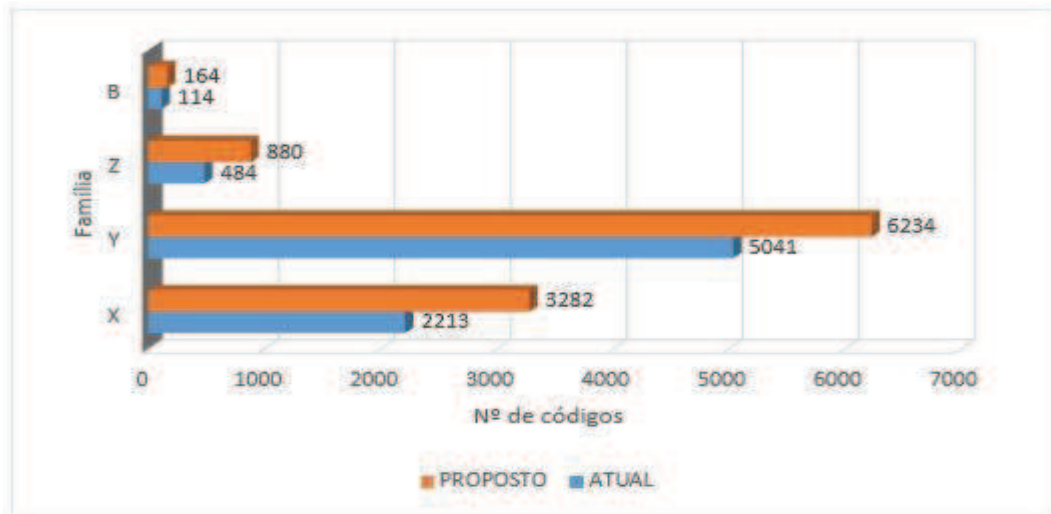
Quadro 2: Situação atual *versus* Estrutura de Produto para a Manufatura

Quantidade de conjuntos avaliados	7852	
CT Família X	2213	28,18%
CT Família Y	5041	64,20%
CT Família Z	484	6,16%
CT Família B	114	1,45%
Processados em múltiplos CT's e apontados em 1 CT	1372	17,47%
Família X	614	44,75%
Família Y	564	41,11%
Família Z	172	12,54%
Família B	22	1,60%
Códigos novos à serem criados	2708	
Família X	1069	39,48%
Família Y	1193	44,05%
Família Z	396	14,62%
Família B	50	1,85%

Fonte: Autor

A Figura 9 a seguir apresenta em gráfico um comparativo entre a quantidade atual de códigos de conjuntos em contraste a proposta do estudo:

Figura 9: Comparativo entre a quantidade atual de códigos e a proposta no estudo

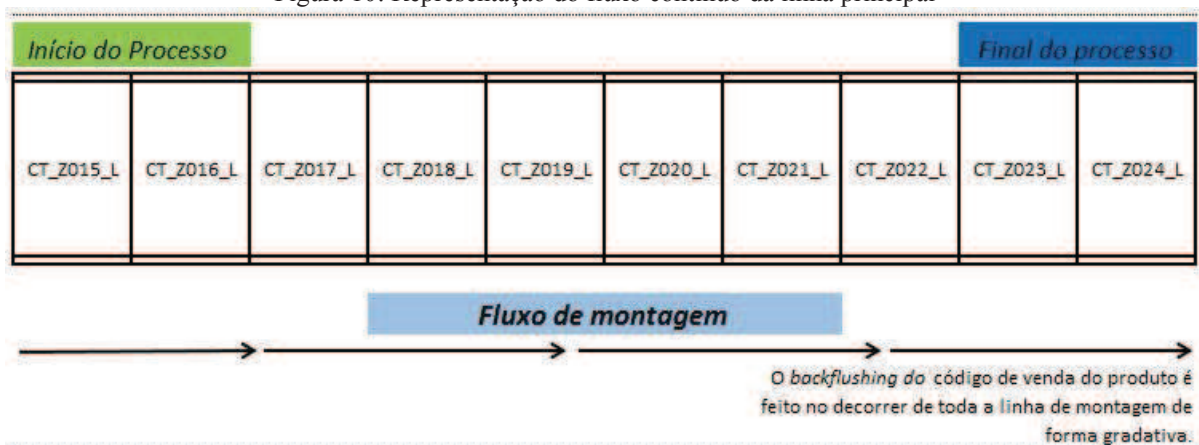


Fonte: Autor

Ressalta-se que a definição do acréscimo de 34,48% (2708 códigos) levou em consideração alguns critérios pré-definidos. Os mesmos estão pontuados a seguir:

- Os códigos processados em centros de trabalho com característica linha de montagem, os quais correspondentes aos códigos de venda do produto, apesar de seus componentes serem consumidos em mais de uma célula de trabalho não foram desmembrados. Tal tentativa tem relação com a sequência contínua de montagem da linha principal, como demonstra a representação na Figura 10 a seguir:

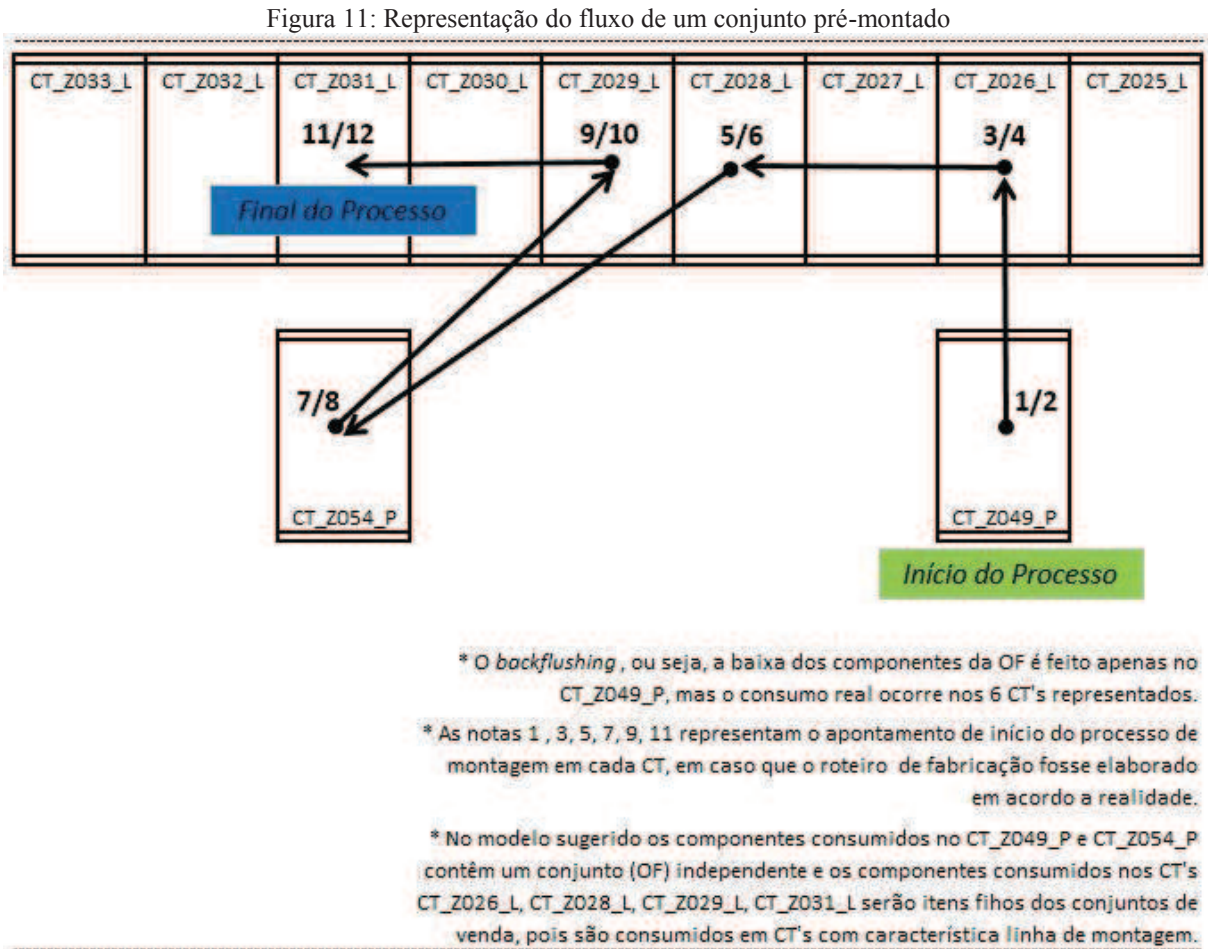
Figura 10: Representação do fluxo contínuo da linha principal



Fonte: Autor

- Conjuntos processados em centros de trabalho com característica pré-montagem devem possuir ordem de fabricação independente, afim de garantir

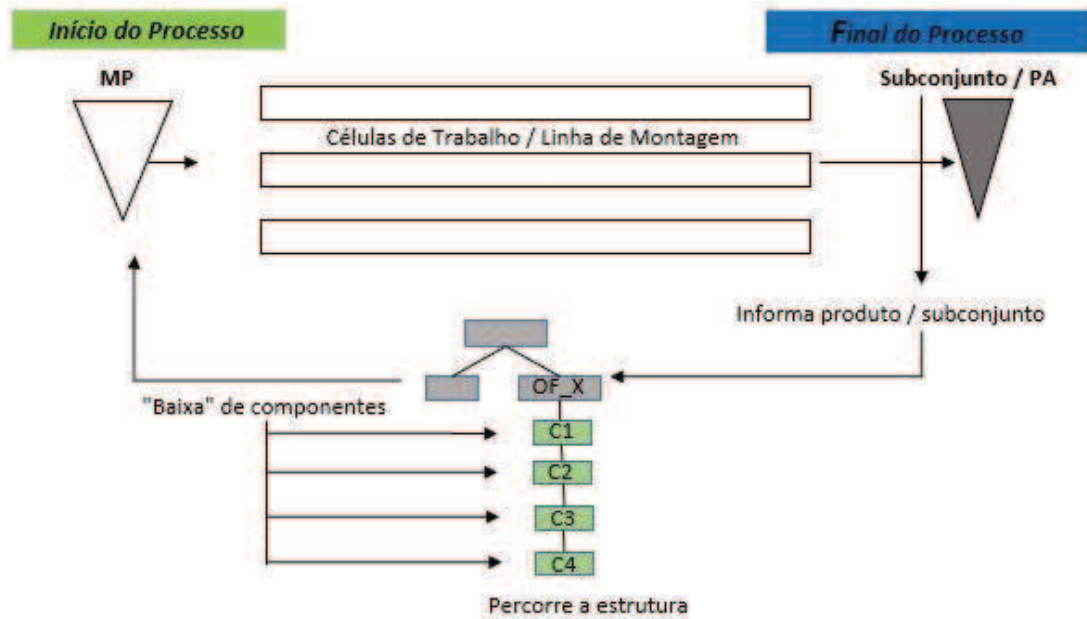
acurácia nos dados principalmente ao PCP, a Logística e a Montagem. A Figura 11 representa a o fluxo de montagem de um conjunto pré-montado atual:



Fonte: Autor

O roteiro do processo de montagem do conjunto representado na Figura 11 apresenta claramente o que Corrêa *et al.* (2007) classifica como limitantes para o MRP, ou seja, *split* (divisão) e *overlapping* (sobreposição) de ordens e operações e alocação de recursos a ordens com alto grau de variabilidade, e assim não apresentando o *status* de produção real do produto em transformação.

No modelo proposto o *Status* de Produção é garantido, pois quando finalizada a Ordem de Fabricação todos os componentes terão sido consumidos na operação em trabalho e o tempo de processamento será real para o conjunto. Com esta informação o PCP consegue planejar e controlar sua produção via MRP, e a capacidade efetiva da célula de trabalho pode ser mensurada. A Figura 12 a seguir demonstra um esquema da “baixa” integral dos componentes:

Figura 12 - Esquema *backflushing* integral

Fonte: Adaptado de Corrêa *et al.* (2007)

4.3 CONTROLANDO A FÁBRICA ATRAVÉS DE CENTROS DE TRABALHO

O levantamento inicial de todas as células de trabalho envolvidas no setor de montagem permitiu a conceituação e a criação dos Centros de Trabalho específicos. No 1º instante foram realizadas análises nos arranjos físicos dos 4 pavilhões de montagem, através do *layout* dos mesmos. Esta leitura prévia norteou as dimensões do projeto e apresentou a visão macroscópica das disposições das 4 famílias de produtos que constam na organização estudada.

Na 2ª fase, a qual consistiu na coleta dos dados, definiu-se a entrevista com os responsáveis de cada montagem, como sendo o método de busca aplicado. Para Marconi e Lakatos (2008) a entrevista é o encontro entre duas pessoas que visa obter informação a respeito de determinado assunto, mediante a uma conversação de natureza profissional. Roesch (2005) julga como desvantagens das entrevistas o alto custo, o tempo despendido e a possibilidade de distorção no entendimento dos entrevistados. Mesmo assim, tendo em vista o número de entrevistados julgou-se pertinente a aplicação da entrevista com perguntas estruturadas.

Neste momento, para nivelamento de informação fora explanado acerca do contrato do projeto e registrados os seguintes dados para cada célula de trabalho: número de colaboradores, turnos de trabalho e a característica da célula, como sendo de pré-montagem ou linha de montagem.

Os registros apresentaram que são 174 os Centros de Trabalho envolvidos no estudo, sendo estes, 78 com característica pré-montagem e 96 linha de montagem.

4.3.1 Capacidade Produtiva -Dados para o sistema

Ante a carga dos dados no sistema MRP foram definidos padrões de codificação e os campos de preenchimento obrigatório. Os mesmos podem ser vistos a seguir, junto a uma breve explicação:

- a) Código do CT: é formado por 8 caracteres. Sendo que os 3 primeiros dígitos são relacionados à família do produto, juntamente ao código do centro de custo. Os 4 últimos dígitos correspondem a números sequenciados, o que torna único e rastreável o recurso em questão;
- b) Descritivo do CT: a nomenclatura auxilia na identificação da célula de trabalho;
- c) Família do produto: Indica o tipo do produto;
- d) Tipo de capacidade do CT: Classifica o CT como sendo de característica Mão de Obra, em casos em que o principal recurso disponível são os colaboradores envolvidos e Máquina quando o principal recurso é a máquina, como exemplo, centros de usinagem, tornos mecânicos, fresadoras, dentre outros;
- e) Turnos de Trabalho: especifica o número de turnos de trabalho utilizados no CT;
- f) Número de capacidades individuais: corresponde ao número de colaboradores para cada turno de trabalho;
- g) Capacidade Projetada e Capacidade Efetiva por CT: são as horas disponíveis no recurso em questão. Este dado é gerado automaticamente pelo MRP e envolve as capacidades individuais, as horas trabalhadas por turno e o grau de utilização do CT. As expressões podem ser vistas abaixo:

$$CP = TT \times CI \times HTT$$

$$CE = CP \times U$$

Sendo: CP = Capacidade de Projeto (horas/dia)

TT = Turnos de Trabalho (unid.)

CI = Capacidade Individual (unid.)

HTT = Horas por Turno de Trabalho (horas)

CE = Capacidade Efetiva (horas/dia)

U = Grau de Utilização do CT (%)

- h) Localização: Representa o pavilhão em que o CT está disposto fisicamente, permitindo o gerenciamento individual por depósitos;

- i) Característica do CT: a característica Pré-montagem permite visualizar a célula como montadora de subconjuntos, diferentemente de Linha de montagem como montadora de conjuntos.

As informações geradas para cada CT são demonstradas parcialmente no Apêndice A e a apresentação da visão geral dos centros de trabalho do setor montagem pode ser vista a seguir na Quadro 3:

Quadro 3: Capacidades e Centros de Custo do setor de Montagem

Quantidade Centros de Trabalho (CT)	174
CT Família X	47
CT Família Y	50
CT Família Z	68
CT Família B	9
Códigos Centros de Custo (CC)	4
CC Família X	100
CC Família Y	200
CC Família Z	300
CC Família B	400
Capacidade Total de Projeto da Montagem	4593,6 horas
Capacidade Total Efetiva	3674,88 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família X	704 horas
Capacidade Efetiva (X)	563,2 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família Y	633,6 horas
Capacidade Efetiva (Y)	506,88 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família Z	880 horas
Capacidade Efetiva (Z)	704 horas
Capacidade de Projeto Montagem Família B	79,2 horas
Capacidade Efetiva (B)	63,36 horas
Capacidade Individual (número de colaboradores)	261

*A unidade de medida das capacidades utilizada é a hora/dia

*Para definição da capacidade efetiva foi utilizado grau de utilização da célula como sendo 80%

Fonte: Autor

A criação de centros de trabalho em 100% das células envolvidas no setor de montagem darão suporte para o controle de fábrica sugerido por Junior (2011), pois torna gerenciável principalmente a mão de obra alocada nas células, a capacidade instalada, os turnos de trabalho, permite rastreabilidade do processo, apontamento de produção, gerenciamento de custos específicos, facilidade no abastecimento de componentes, viabilização e agilização no levantamentos de dados para estudos logísticos e de manufatura.

4.3.2 Endereçamento logístico aos componentes

O endereço de abastecimento dos componentes nos respectivos de pontos de consumo é baseado nas listas de materiais de cada OF, as quais já foram mencionadas acima. A lista de materiais compreende os componentes consumidos em um determinado centro de trabalho. Duas práticas operacionais são sugeridas para abastecimento. Uma delas é dispor primeiramente ao departamento logístico as OF, contendo as listas de materiais, para visualização, separação e formação dos “carros de abastecimento” e outra é disponibilizar os códigos de maneira sequenciada a Logística e esta visualizar, via sistema, a lista de componentes a serem separados e enviados a determinado CT. A Figura 13 a seguir demonstra a lista técnica referente a um conjunto processado por completo em um único centro de trabalho, o que garante todas as informações necessárias para abastecimento dos componentes na respectiva célula de trabalho:

Figura 13- Representação do consumo dos componentes em um Centro de Trabalho exclusivo

Nível explosão	Item	Nº componente	Qty.(UMC)
.1	0010	1420-1107	7
.1	0020	6007-1027	3
.1	0030	6007-1760	1
.1	0040	6007-1765	2
.1	0050	6007-1978	1
.1	0060	6117-4124	2
.1	0070	6205-1219	2
.1	0080	6205-2023	1
.1	0090	6205-2024	1
.1	0100	6205-2503	1
.1	0110	6205-3061	1
.1	0120	9100-0441	2
.1	0130	9100-0474	2
.1	0140	9100-0550	2
.1	0150	9100-0685	1
.1	0160	9100-0931	2
.1	0170	9100-2320	1
.1	0180	9100-2407	2
.1	0190	9100-2434	6
.1	0200	9100-2698	1
.1	0210	9100-2887	8
.1	0220	9100-2900	2
.1	0230	9100-2908	4
.1	0240	9100-4456	2

Consumo Total
Abastecimento Total

Centro de Trabalho
CT_X040_P

Fonte: Adaptado do Software SAP

5 CONCLUSÃO

5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO

A pesquisa-ação justificou e comprovou os benefícios de se considerar os processos de fabricação na concepção do projeto do produto, tendo em vista que a acurácia dos dados aproxima os resultados da otimização dos processos buscada e por conseguinte maximiza os lucros da organização.

No modelo proposto pode-se apresentar a capacidade produtiva do setor de montagem para cada centro de trabalho e desta forma gerenciar a produção, gerir detalhadamente os recursos humanos e de ferramentas garantindo rastreabilidade de 100% dos processos de montagem.

A coordenação entre as fases torna-se realidade, pois o rastreamento com 100% de acurácia nos processos de montagem são reflexos da garantia do *backflushing* físico e do sistema, ou seja, os componentes necessários para a montagem de determinado conjunto são os mesmos que o sistema considera no instante do apontamento final da ordem de fabricação em uso. Este *status* de produção fabril, dará aos planejadores base concisa para as tomadas de decisões e confiabilidade nas datas dos planejamentos de entrega ao cliente final.

O endereçamento logístico também objetivado no escopo do projeto fora atendido, contudo exigiu-se um acréscimo de 34,48% conjuntos nas listas técnicas. Desta forma a logística abastece cada centro de trabalho com a informação contida na ordem da fabricação. Eliminando a solicitação dos componentes via *e-mail*, via comunicação oral ou quaisquer outras formas, e assim garantindo que o centro de trabalho não contenha ou receba componentes que não são processados neste.

Constata-se também a importância de considerar o valor desse trabalho, não só para as áreas educacionais, mas também para as organizações nos seus diversos âmbitos. Os assuntos abordados pela Engenharia de Produção mostraram-se fundamentais no decorrer do desenvolvimento do estudo e puderam esclarecer no que tange suas aplicações na realidade.

É fato, que há novos posicionamentos das organizações competitivas atuais quanto a disposição de uma maior linha de produtos aos clientes, sendo assim, a pesquisa-ação em questão esclarece e alcança de maneira satisfatória o objetivo geral, pois demonstrou que a concepção do projeto tem relação direta com as oportunidades de otimização da produção e permite a leitura dos tempos de espera e do próprio processamento dos materiais envolvidos de

maneira simples e objetiva, o que por sua vez, facilita a análise dos *lead times* da gestão fabril das empresas.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento do trabalho demonstrou a amplitude da linha de pesquisa, a qual este trabalho está concentrado. Novas revisões bibliográficas podem ampliar e consolidar a análise dos resultados descritas nesta pesquisa-ação.

O estudo não envolveu a caracterização dos tipos de projeto e produção a que se torna viável a consideração do conceito proposto.

Os fatores econômicos não estão contidos neste trabalho, mas representam altos investimentos tendo em vista o uso de *softwares* para gerenciamento fabril e a exigência de infraestrutura para acompanhamento do *status* da produção em tempo real.

No modelo sugerido exige-se integração de mais áreas, principalmente da Engenharia do Produto e da Engenharia de Manufatura no instante da concepção do produto, portanto o período de projeto aumenta juntamente com o nível de capacitação dos colaboradores envolvidos. Como de ciência, na situação atual o tempo de resposta ao mercado é fator decisivo para alavancar o sucesso da empresa, desta forma sugere-se confrontar os malefícios ao adiar a disposição do produto ao mercado consumidor com a produtividade objetivada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSEL, R. A., CARMO, F. D., CAMPANA, F. L., RITTER, F. J., SILVA, M. H. Simulação da Logística Interna da Área de Armazenagem de uma Empresa do Setor Moveleiro. **Abepro**, out. de 2002.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**. 2ª ed. Barueri, Brasil: Manole, 2008.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2007.

DEMOLY, F., YAN, X., EYNARD, B., RIVEST, L., GOMES, S. *An assembly oriented design framework for product structure engineering and assembly sequence planning. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, p. 33-46, 2011.

DURÁN, O. **Engenharia de Custos Industriais**. 1ª ed. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil: UPF, 2004.

EVANGELISTA, A. A., JUNIOR, N. A., JUNIOR, S. B., RAMOS, A. L. O impacto da eficiência do planejamento e controle de produção (PCP) como um fator de competitividade: um estudo de caso em uma empresa de médio porte. **Ingepro - Inovação, Gestão e Produção**, v. 03, n.07, jun. 2011.

FERNANDES, S. T., MARINS, F. A. Aplicação do Lean Six Sigma na Logística de Transporte. **Produção Online**, v.12, p.297-327, abr./jun. de 2012.

JANARDANAN, V. K., ADITHAN, M., RADHAKRISHNAN, P. (2008). *Collaborative product structure management for assembly modeling. Computers in industry*, p. 820-832, 2008.

JUNIOR, C. C. **Sistemas Integrados de Gestão ERP - uma abordagem gerencial**. 4ª ed. Curitiba, Brasil: IBPEX, 2011.

KOTLER, P., KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 14ª ed. São Paulo, Brasil: Pearson Education do Brasil, 2012.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2008.

MARODIN, G., ECKERT, C. P. de, SAURIN, T. A. Avançando na implantação da logística interna lean: dificuldades e resultados alcançados no caso de uma empresa montadora de veículos. **Revista Produção Online**, v.12, p. 455-479, abr./jun. de 2012.

MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Saraiva, 2005.

NAKAGAWA, M. **Gestão Estratégica de Custos**. São Paulo, Brasil: Atlas, 1993.

NIGEL, S., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas., 2009.

ROESCH, S. M. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. 3ª ed. São Paulo, Brasil: Atlas, 2005.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo, Brasil: Atlas, 1997.

APÊNDICE A – Dados por centro de trabalho

Código CT	Descritivo do CT	Família do Produto	Centro de Custo	Tipo de Capacidade do CT	Turnos de Trabalho	Nº de Capacidades Individuais	Capacidade Projetada por CT(horas)	Capacidade Efetiva por CT (horas)	Localização	Responsável	Característica do CT
200-0001	CT_0001_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	4	35,2	28,16	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0002	CT_0031_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0003	CT_0032_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0004	CT_0002_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0005	CT_0033_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0006	CT_0003_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0007	CT_0004_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0008	CT_0005_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0009	CT_0006_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0010	CT_0034_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0011	CT_0035_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0012	CT_0007_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0013	CT_0008_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0014	CT_0009_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0015	CT_0010_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0016	CT_0011_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0017	CT_0012_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0018	CT_0013_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0019	CT_0036_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0020	CT_0037_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0021	CT_0014_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0022	CT_0038_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 3	Montagem	P
200-0001	CT_0015_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0002	CT_0016_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0003	CT_0017_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0004	CT_0018_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0005	CT_0019_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0006	CT_0020_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0007	CT_0021_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0008	CT_0039_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0009	CT_0040_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0010	CT_0041_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0011	CT_0022_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	3	26,4	21,12	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0012	CT_0023_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
200-0013	CT_0042_P	Família Y	200	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	P
200-0014	CT_0024_L	Família Y	200	Mão de Obra	1	3	26,4	21,12	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0001	CT_X001_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0002	CT_X002_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0003	CT_X003_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0004	CT_X004_L	Família X	100	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0005	CT_X005_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0006	CT_X006_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0007	CT_X007_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0008	CT_X008_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0009	CT_X009_L	Família X	100	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0010	CT_X010_L	Família X	100	Mão de Obra	1	1	8,8	7,04	Pavilhão 1	Montagem	L
100-0011	CT_X011_L	Família X	100	Mão de Obra	1	2	17,6	14,08	Pavilhão 1	Montagem	L