

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

João Victor Runho Moreti

**IMPACTOS GERADOS POR ERROS EM LISTAS DE MATERIAIS PARA O
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA DE BENS DE CONSUMO**

São Carlos
2022

João Victor Runho Moreti

**IMPACTOS GERADOS POR ERROS EM LISTAS DE MATERIAIS PARA O
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA DE BENS DE CONSUMO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Walther Azzolini Júnior

São Carlos

2022

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

M845i	Moreti, João Victor Runho Impactos gerados por erros em listas de materiais para o planejamento e controle da produção: um estudo de caso em uma indústria de bens de consumo / João Victor Runho Moreti; orientador Wather Azzolini Júnior. São Carlos, 2022. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2022. 1. Planejamento de materiais. 2. Planejamento da produção. 3. Listas de materiais. 4. Consumo Lista de materiais. I. Título.
-------	--

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: João Victor Runho Moreti
Título do TCC: IMPACTOS GERADOS POR ERROS EM LISTAS DE MATERIAIS PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE BENS DE CONSUMO
Data de defesa: 14/07/2022

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Walther Azzolini Júnior (orientador)	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Professor Associado Fernando César Almada Santos	Aprovado
Instituição: EESC – SEP	
Professor Associado Edmundo Escrivão Filho	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Doutor Walther Azzolini Júnior**

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho primeiramente a toda minha família, especialmente aos meus pais Valter e Nádia por sempre me apoiarem e fornecerem todo o suporte necessário.

Aos meus amigos de infância, que estão ao meu lado até hoje e sempre me apoiam. E também aos amigos que fiz durante o período vivido na universidade.

Agradeço também ao meu orientador, professor Walther por me ajudar na elaboração deste trabalho e por todo o conhecimento passado ao longo da realização do curso.

RESUMO

MORETI, J. V. R. **Impactos gerados por erros em listas de materiais para o planejamento e controle da produção**: um estudo de caso em uma indústria de bens de consumo. 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Com o aumento da competitividade entre as empresas e com o mercado cada vez mais exigente, torna-se essencial o gerenciamento eficaz de todos os recursos e insumos produtivos de uma organização a fim de satisfazer da melhor maneira o mercado consumidor. Nesse contexto, é necessário compreender todas as responsabilidades de um departamento de Planejamento e Controle da Produção que facilitam o alcance dos objetivos e sucesso da empresa. Incluída nas atividades do departamento encontra-se o Planejamento de Necessidades de Materiais, ferramenta que possui o objetivo de garantir que todas as matérias-primas estejam disponíveis na quantidade correta e no momento desejado conforme estabelecido nos planos de produção. Para a execução do objetivo definido, o departamento utiliza informações provenientes de outros setores da organização, como a previsão de demanda e as listas de materiais. O presente trabalho possui o intuito de demonstrar o impacto causado por erros em listas de materiais para uma organização. O problema analisado está relacionado com a falta de matérias-primas para produção ocasionado por erros de consumo em listas de materiais. É realizado um estudo de caso através da coleta e análise de dados obtidos a partir do *software* de gestão utilizado e fornecidos por colaboradores. Os resultados encontrados mostram os impactos gerados para a organização como um todo, prejudicando o próprio planejamento da produção, almoxarifado e setores financeiros da empresa. Portanto, é atingida a proposta de justificar a necessidade e importância de um esforço na revisão das listas de materiais já existentes e mudanças na metodologia de elaboração das mesmas. Com isso, espera-se a melhor gestão das matérias-primas e melhora no nível de atendimento de pedidos aos clientes.

Palavras-chave: Planejamento de Materiais; Planejamento da Produção; Listas de Materiais; Consumo Lista de Materiais.

ABSTRACT

MORETI, J. V. R. **Impacts generated by errors in bills of materials for production planning and control**: a case study in a consumer goods industry. 2022. Monograph (Course Completion Paper) – Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2022.

With the increase in competitiveness among companies and the growing marked demands, it becomes essential an effective management of all resources and productive inputs for an industry in order to best satisfy the consumer market. In this context, it is necessary to understand all the responsibilities of a Production Planning and Control department that facilitate the achievement of the company's objectives and success. Material Requirements Planning is a tool included in the department's functions which aims to ensure that all raw materials are available in the correct quantity and at the desired time as established in the production plans. For the execution of its functions, the department uses informations from other departaments of the company, such as demand forecast and bills of materials. The present work proposes to demonstrate the impacts generated by errors in bills of materials for a company. The situation analyzed is the lack of raw materials for production caused by consumption errors in bills of materials. A case study is carried out through the collection and analysis of data from the management software and provided by employees. The results show the impacts generated for the company, affecting the production planning, warehouse and financial departament of the company. Therefore, the proposal to justify the need and importance of an effort in the revision of the existing bills of materials and changes in the methodology of elaboration of the same is reached. As a result, better management of raw materials is expected and an improvement in the level of customer order fulfillment is expected.

Key words: Materials Planning; Production Planning; Bills of Materials; Consumption Bill of Materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão histórica do desenvolvimento do PCP	23
Figura 2 – Visão geral das atividades do PCP	24
Figura 3 – Níveis hierárquicos da estratégia de produção, funções de PCP x Horizonte de tempo	27
Figura 4 – Desenvolvimento de estratégias no planejamento estratégico	29
Figura 5 – Dados de entrada para o programa mestre de produção.....	33
Figura 6 – Exemplo de estrutura de produto	37
Figura 7 – Lista de materiais de um triciclo	38
Figura 8 – Integração do MRP com os demais sistemas de produção	44
Figura 9 – Princípio de funcionamento do MRP	45
Figura 10 – Gráfico da distribuição de ordens canceladas por setor.....	60
Figura 11 – Gráfico da distribuição por tipo de matéria-prima em falta nas ordens canceladas	61
Figura 12 – Gráfico da distribuição por tipo de matéria-prima em falta nas ordens canceladas de pijamas	62
Figura 13 – Definição do código de um SKU na empresa.....	66
Figura 14 – Diferentes tipos de malhas na composição de um pijama	67
Figura 15 – Risco para corte gerado no software utilizado pela empresa.....	68
Figura 16 – Enfesto de malha para corte	70
Figura 17 – Fluxograma do processo produtivo de um pijama na empresa.....	72
Figura 18 – Dados de uma ordem de produção	76
Figura 19 – Adaptação do código de um SKU para utilização no estudo.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Necessidade de materiais calculada pelo MRP para 10 unidades planejadas de um Produto “X”	51
Tabela 2 – Produção possível do produto “X” e estoque restante dos componentes	52
Tabela 3 – Consumo não previsto de malhas devido a erros na BOM	84
Tabela 4 – Erros de consumo na BOM maiores que 60%	85
Tabela 5 – Custo de produção não previsto no período analisado	87
Tabela 6 – Percentual do custo de produção não previsto	87
Tabela 7 – Custo não contabilizado por unidade de pijama	88
Tabela 8 – Comparação entre a produção planejada e a produção possível	93
Tabela 9 – Estoque restante de malha.....	96
Tabela 10 – Estoque restante de malha sem possibilidade de utilização	98
Tabela 11 – Erros da lista de materiais por SKU.....	105
Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU no período analisado	114
Tabela 13 – Custo real e custo não previsto por malha no período analisado	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais inter-relações do PCP com áreas administrativas	25
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP – Planejamento e Controle da Produção

MRP – *Material Requirement Planning*

MRP II – *Manufacturing Resource Planning*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

BOM – *Bill of Materials*

PMP – Plano Mestre de Produção

SKU – *Stock Keeping Unit*

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock*

Qtde. – Quantidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Objetivos	16
1.3 Estrutura do Trabalho	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Planejamento e Controle da Produção	20
2.1.1 Surgimento e Evolução	20
2.1.2 Conceito	23
2.1.3 Níveis de Planejamento	26
2.1.3.1 Planejamento de Longo Prazo	27
2.1.3.2 Planejamento de Médio Prazo	30
2.1.3.2.1 Plano Agregado de Produção	30
2.1.3.2.2 Plano Mestre de Produção	31
2.1.3.3 Planejamento de Curto Prazo	33
2.2 FERRAMENTAS E DOCUMENTOS UTILIZADOS EM PCP	35
2.2.1 Lista de Materiais	35
2.2.2 Previsão da Demanda	38
2.2.3 Sistemas MRP/MRP II/ERP	41
2.2.3.1 Sistema MRP	41
2.2.3.1.1 Cálculo do MRP	44
2.2.3.2 Sistema MRP II	46
2.2.3.3 Sistema ERP	47
2.2.4 Cronograma de Fabricação	48
2.2.5 Estoque de Matéria-Prima	48
2.2.6 Impactos de uma Lista de Materiais Incorreta	50

2.2.7 Impactos de um Estoque Maior que o Necessário	52
2.2.8 Impactos por Falta de Estoque	54
3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA	55
3.1 Empresa.....	55
3.1.1 Estrutura Organizacional	56
3.1.2 Sistema Utilizado na Empresa.....	56
3.1.3 Planejamento.....	57
3.2 Problema.....	59
3.2.1 Identificação da Causa	60
3.2.2 Abordagem	63
3.3 Setor de Pijama	64
3.3.1 Definições Importantes	65
3.3.2 Processo Produtivo.....	67
3.3.2.1 Programação da Produção.....	68
3.3.2.2 Geração do Risco para Enfesto.....	68
3.3.2.3 Separação e Reserva das Malhas e Aviaamentos	69
3.3.2.4 Enfesto e Corte.....	69
3.3.2.5 Costura e Embalagem	71
3.3.2.6 Fluxograma.....	71
4 METODOLOGIA e DESENVOLVIMENTO.....	73
4.1 Coleta de Dados	73
4.1.1 Ordens de Produção.....	73
4.1.1.1 Período de Análise	73
4.1.1.2 Informações Coletadas.....	74
4.1.1.3 Critérios de Exclusão.....	74
4.1.2 Dados de Planejamento.....	75
4.1.2.1 Período de Análise	75

4.1.2.2 Informações Coletadas.....	75
4.1.3 Coleta de Preços das Malhas	75
4.2 Análise dos Dados	76
4.2.1 Determinação de Erros da Lista de Materiais	76
4.2.2 Determinação do Custo Não Previsto de Produção	79
4.2.3 Comparação Planejamento Gravado e Executável	80
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	84
5.1 Erro das Listas de Materiais.....	84
5.2 Custo Não Previsto no Período Analisado	86
5.3 Custo Não Contabilizado na Precificação	88
5.4 Comparação Entre Produção Planejada e Produção Possível	92
5.5 Estoque Restante de Malha.....	95
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS.....	102
APÊNDICE A – Erros da lista de materiais por SKU.....	105
APÊNDICE B – Custo de produção não previsto por SKU no período analisado ...	114
APÊNDICE C – Custo real e custo não previsto por malha no período analisado ..	122

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com a intensificação da globalização, o mundo vive hoje uma era marcada pelo rápido fluxo de informações, logística eficiente e integração econômica. Novos *players* tentam ingressar e conquistar fatias de mercado anteriormente dominadas por poucas empresas. Produtos oriundos de países emergentes e subdesenvolvidos entram com certa facilidade em mercados de nações globais estruturadas e burocráticas. Fatores como menos impostos, incentivos fiscais, baixas taxas de juros e gastos muito menores com folhas de pagamento compensam o custo logístico e tornam tais produtos vantajosos financeiramente para o consumidor final.

Vollman *et al.* (2006) dizem que as exigências competitivas do mercado não diminuiram ao longo das décadas. Consumidores passaram a exigir, ao mesmo tempo, maior qualidade e variabilidade aliados a um menor tempo de entrega e custo. O não atendimento de um pedido no prazo estipulado pode ser penalizado com a rápida troca de fornecedor pelo cliente. Todavia, políticas de altos níveis de estoque de matérias-primas, de produtos semiacabados e de produtos acabados, que facilitam o atendimento, geram um custo financeiro e ocupação física de espaços que acaba tornando as empresas menos competitivas em seus negócios.

O crescente desenvolvimento industrial, principalmente de pequenas e médias empresas, mostrou ser necessário um maior e melhor controle dos sistemas produtivos. Um rápido crescimento sem planejamento ou com um planejamento mal executado, sobretudo nos sistemas produtivos, pode gerar consequências não desejadas como gargalos de produção, atraso de pedidos e mau dimensionamento de instalações.

Dessa forma, organizações tradicionais, tanto nacionais como multinacionais buscam tornar-se cada vez mais eficientes e maneiras de destacar-se frente aos concorrentes e atender às exigências do mercado. Essas mudanças estão relacionadas com a busca constante pela maior flexibilidade, qualidade, redução de custos e menor tempo de resposta.

É nesse contexto que a utilização de ferramentas informatizadas, novas técnicas gerenciais e gestão integrada tornam-se cada vez mais utilizadas, uma vez

que possibilita rápido acesso a diversos níveis de informação, atualizações em tempo real e controle completo dos processos produtivos e gerenciais das organizações.

Deve ser destacado que a eficiência e assertividade desses sistemas estão vinculados à qualidade das informações que eles manipulam, mas que grande parte das empresas não consideram que as suas informações fundamentais sejam completas e precisas. Atrelado a isso, o potencial dessas tecnologias que envolvem um ambiente integrado de manufatura não é totalmente explorado pelas organizações pois muitas ainda não conhecem todas suas vantagens e ferramentas oferecidas. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

1.2 Objetivos

Este trabalho apresenta os resultados de um estudo realizado em uma grande empresa brasileira do segmento têxtil que adota um sistema de planejamento de recursos empresariais definido como ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou planejamento de recursos empresariais por meio de um software de gestão empresarial. Para gerir o sistema produtivo da companhia é utilizado o MRP (*Material Requirement Planning*) ou planejamento de necessidade de materiais e o MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) ou planejamento de recursos de manufatura, que são módulos presente no ERP da empresa.

A partir do entendimento do tema a ser estudado e da contextualização da situação enfrentada pelas organizações, a presente monografia visa demonstrar os impactos gerados por erros em listas de materiais de produtos para uma empresa que utiliza um sistema de gestão integrado cuja necessidade de materiais é calculada via MRP. Para a empresa estudada, o trabalho ainda tem como objetivo justificar a necessidade de implementação de um esforço para rever as listas de materiais dos produtos ativos na coleção, além de sugerir o estabelecimento de novas diretrizes para a elaboração de futuras listas de materiais.

A lista de materiais, também chamada frequentemente de BOM (*Bill of Materials*), representa o primeiro passo para a elaboração de uma base de dados de um sistema de gestão integrado, assumindo um papel de destaque no fornecimento de informações fundamentais sobre os produtos (GUESS, 1985). Logo, de acordo com Marçola (1995), a BOM é um elemento de integração entre praticamente todos

os departamentos de uma empresa, e a forma como ela é elaborada e sua fidelidade à realidade podem influenciar diretamente no sucesso da organização.

Fica claro que este estudo apresenta grande relevância para um bom funcionamento do planejamento do setor produtivo, visto que a lista de materiais, apesar de informação crucial para diversos departamentos das empresas, normalmente é tratada em caráter secundário, conforme relatado por Gonçalves Filho e Marçola (1996). A redução ou eliminação dessas inconsistências em um ambiente de ambiente de gestão integrada possibilitará uma melhor eficiência da empresa na entrega de pedidos, níveis de estoques de matérias-primas mais assertivos e até mesmo uma precificação correta dos produtos.

Por meio de um estudo de caso, explica-se o modelo e ferramentas adotadas nos processos produtivos da organização, com destaque para o setor de pijamas. A partir do objetivo principal, foram traçados alguns objetivos específicos para ajudar na elaboração deste trabalho com o intuito de segmentar as justificativas para facilitar a compreensão e análise dos resultados.

Foi definido que o objeto de estudo será os erros nos consumos de malhas de pijamas existentes nas listas de materiais e os objetivos específicos são definidos e estudados com o pressuposto que o setor de compras irá realizar os pedidos de compras das malhas a partir das necessidades geradas no sistema MRP da empresa, sem a adoção de correções passadas informalmente ou em planos de ações emergenciais.

Os objetivos específicos são definidos a seguir:

- levantar os custos não previstos de matéria-prima durante o período de estudo para demonstrar a menor lucratividade real dos produtos;
- correlacionar o planejamento de produção elaborado com a possibilidade real de produção e como consequência o menor atendimento de pedidos e faturamento;
- Simular o estoque resultante de matérias-primas sem possibilidade de utilização na coleção atual.

Por fim, no caso de cumprimento dos objetivos estabelecidos e justificada e implementada a revisão das listas de materiais na empresa, é esperado menores

taxas de cancelamento de ordens de produção e conseqüentemente melhores níveis de atendimento aos clientes e, portanto, maior lucratividade.

É válido apontar que o modelo utilizado neste trabalho possui aplicações válidas para qualquer organização ou empresa que utilize o MRP como ferramenta de planejamento. O mesmo método de desenvolvimento utilizado pode ser replicado para qualquer tipo de produto e matéria-prima para demonstrar os desvios já existentes no sistema de uma empresa ou para monitoramento de sua acuracidade.

O conceito utilizado pode ainda ser adaptado para avaliar não somente as necessidades de materiais, mas também as necessidades de recursos de manufatura como o tempo, mão de obra e energia gasta em cada etapa produtiva de um determinado produto.

1.3 Estrutura do Trabalho

Para possibilitar uma melhor organização na estrutura do trabalho e um melhor entendimento por parte do leitor, o mesmo foi dividido em uma sequência que possibilita uma compreensão mais fácil e lógica. Esta monografia é composta por sete capítulos, incluindo este que é uma breve introdução ao tema e contextualização do estudo de caso.

No capítulo 2, é realizada uma revisão bibliográfica abordando a atuação do PCP em uma organização de acordo com os diferentes níveis de planejamento. É apresentada as ferramentas utilizadas pelo PCP para realizar os planejamentos de produção e de cálculo de necessidade de materiais pelo MRP. Por último, é definido os principais documentos e informações para a elaboração de um planejamento de materiais assertivo e os impactos de um planejamento incorreto.

Em seguida, no capítulo 3, é descrita uma visão geral da empresa em que o estudo foi realizado, além da definição de alguns conceitos utilizados na indústria têxtil e que são utilizados internamente na empresa. Ainda é descrito o modelo de funcionamento do departamento de PCP e das etapas produtivas para a confecção de pijamas, bem como o motivo pelo qual foi identificado nesse setor a oportunidade de realizar o presente estudo visando justificar a criação de um plano ou projeto para revisão das listas de materiais dos produtos da empresa.

O 4º capítulo disserta sobre os dados necessários para a realização deste trabalho, definindo os métodos de coleta e horizonte de tempo considerado nas

análises. É ainda explicado todos os cálculos utilizados para análise e definidas algumas hipóteses que devem ser adotadas para o prosseguimento do estudo.

Posteriormente, no capítulo 5, encontra-se a análise dos dados e resultados obtidos a partir do tópico anterior, o que permitiu compreender a dimensão do problema enfrentado e suas principais implicações para um planejamento produtivo, faturamento e no lucro da companhia.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e considerações finais, na qual é demonstrado que as análises geraram um resultado significativo e de grande valor para a empresa, uma vez que foi possível para a organização compreender a necessidade de um sistema integrado estruturado corretamente e com informações fiéis à realidade, não apenas no consumo de matéria-prima, mas também em demais dados de cadastro dos produtos. São sugeridas ainda recomendações para trabalhos futuros, haja vista que este se limitou apenas a explorar uma classe de produto e uma classe de matéria-prima.

No último capítulo encontram-se os autores, estudos e livros consultados, através dos quais foi possível adquirir mais conhecimento e informações a respeito do tema trabalhado com o intuito de produzir um estudo completo, tornando-o passível de ser utilizado como base para estudos e trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento deste trabalho, serão explicados os principais conceitos relacionados ao planejamento e controle da produção com ênfase no cálculo de necessidades de materiais. Essas definições serão fundamentais para construir uma base que permitirá melhor entendimento dos assuntos que serão abordados no estudo.

Inicialmente, será feita uma introdução referente ao PCP, desde seus conceitos básicos, passando por seu desenvolvimento e diferenciando os modelos de planejamento de curto, médio e longo prazo.

Será explicado as ferramentas e documentos necessários para elaborar o planejamento de necessidade de materiais, dando atenção especial para as listas de materiais dos produtos. Será também detalhado os fundamentos, metodologia e evolução dos sistemas MRP como ferramentas de auxílio para um departamento de Planejamento e Controle da Produção.

2.1 Planejamento e Controle da Produção

2.1.1 Surgimento e Evolução

A produção de bens de consumo como é conhecida atualmente teve seu início durante a Revolução Industrial a partir da criação de meios para produção e consumo em larga escala. Os sistemas de planejamento e controle da produção se desenvolveram como consequência da própria ciência da administração, desde os esforços de Frederick W. Taylor e Henry Ford, no início do século XX até os dias atuais (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Anteriormente à Revolução Industrial que ocorreu em meados de 1780, os processos produtivos eram regidos somente pela divisão do trabalho, com os trabalhadores se especializando em funções específicas, as quais eram executadas em suas próprias casas. Esse sistema doméstico era aplicado majoritariamente em fábricas têxteis (HARDING, 1981).

Ainda no final do século XVIII segundo Harding (1981), máquinas começaram a ser agrupadas próximas de fontes de força disponíveis na época, que eram em princípio os Engenhos de Água. Dessa forma, trabalhadores deixaram de executar

seus trabalhos especializados em suas casas para trabalhar nos engenhos. Logo, com grupos de pessoas trabalhando no mesmo local, tornou-se necessário a organização de seus esforços.

A Segunda Revolução Industrial, em meados de 1860, deu início a um processo de incorporação de cada vez mais máquinas em oficinas e fábricas. Esse processo ficou conhecido como “maquinização” das oficinas e como aponta Chiavenato (1983), os funcionários começaram a ser substituídos por máquinas, o que possibilitou uma aceleração da produção por meio de repetição e, em consequência, uma produção em larga escala.

Nesse momento, o PCP passa a não só organizar os grupos de trabalhadores nas fábricas, estabelecendo turnos e controlando processos manuais, mas também tem que lidar com limitações e manutenções de maquinários além do controle de linhas de produção automatizadas.

Já no início do século XX, Taylor elaborou os princípios da administração científica, ou seja, tratava a administração como uma ciência, e, portanto, baseada em observações, medições e análises. A partir de seu trabalho, foi possível o desenvolvimento de inúmeros outros estudos, dentre os quais é possível citar Henry Gantt, responsável por desenvolver um sistema de programação da produção baseado em gráficos e cálculos que são amplamente difundidos até os dias de hoje, o popular Gráfico de Gantt. Dessa forma, Gantt é considerado como um dos primeiros a estabelecer um sistema de PCP baseado em restrições de capacidade e tempo de modo que os cálculos eram realizados manualmente (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Como apontam Slack, Chambers e Johnston (2002), a administração da produção deve entender primeiramente o que se deseja atingir, ou seja, os objetivos da organização. Para isso, ainda segundo os autores, deve-se estabelecer princípios que possam orientar a tomada de decisões rumo aos objetivos. Da mesma forma, para Corrêa e Corrêa (2012), a administração da produção deve ser capaz de auxiliar os colaboradores de organizações a tomarem decisões e deve fornecer suporte para que os objetivos da produção sejam alcançados.

Moreira (1996) enxerga a administração da produção como uma ciência responsável pelo estudo dos conceitos e técnicas utilizadas no auxílio para tomada de decisão, na função produção quando for uma indústria de fabricação ou de operações em caso de serviços.

Com o passar do tempo, já na década de 1950, o mundo entrava no período pós-guerra, marcado por um forte avanço tecnológico, aumento da complexidade dos bens produzidos e de seus sistemas de produção, resultando na necessidade de realizar cálculos complexos para planejar e monitorar a produção, incapazes de serem realizados pelo cérebro humano.

Na década seguinte, diversos pesquisadores, dentre os quais pode-se destacar Joe Orlicky, Oliver Wight e G. W. Possl, desenvolveram métodos de realizar tais cálculos. Esses métodos foram então compilados e divulgados no meio acadêmico sob a teoria de *Material Requirements Planning* (MRP). Já nos anos 1970, o desenvolvimento da computação permitiu que os *softwares* de MRP fossem difundidos nos ambientes produtivos (LUSTOSA *et al.*, 2008).

O MRP em seu início consistia basicamente em estabelecer um ponto em que se deseja que uma determinada quantidade de bens a ser produzida esteja pronta. A partir disso, considerando os *lead times* de recebimento das matérias-primas e de produção, é realizado um cálculo regressivo que resulta nos momentos em que essas quantidades de matérias-primas necessárias para a produção devem estar disponíveis.

Conforme Corrêa e Ganesi (1992), os principais objetivos dos sistemas de cálculos das necessidades eram permitir o cumprimento de prazos de entrega de pedidos aos clientes com a mínima formação de estoque de produtos e matérias-primas.

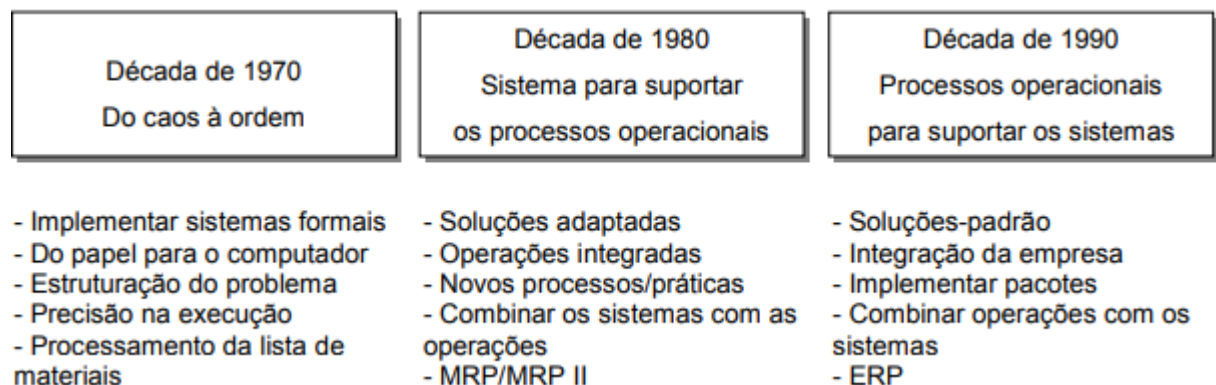
Posteriormente, em 1980, a redução de custos também passou a ser objetivo das empresas para se tornarem mais competitivas. Por isso, para Lustosa *et al.* (2008, p. 1), “uma evolução natural do MRP foi o surgimento do MRP II” pois “não era mais suficiente garantir somente os materiais em tempo, mas também outros recursos de produção como pessoas, máquinas, capital, etc”. O MRP II é definido como *Manufacturing Resource Planning* ou planejamento de recursos de manufatura, uma vez que considera não só os materiais necessários para produção, mas também a capacidade dos recursos produtivos.

Todavia, ainda de acordo com Lustosa *et al.* (2008), a geração de planos produtivos que sejam viáveis e executáveis necessitava ainda de constantes alterações e intervenções no sistema para adiantar ou atrasar requisições de compras e ordens de produção.

Mais tarde, na década de 1990 e no início do século XXI, com a crescente descentralização dos centros produtivos de grandes organizações multinacionais, foi adicionada mais funcionalidades ao MRP, que a partir de então poderiam controlar e planejar não só os recursos de manufatura como todos os demais recursos organizacionais. Esse novo sistema passou a ser chamado de *Enterprise Resources Planning* ou ERP. Os ERP's são normalmente divididos em módulos, tais como finanças, vendas, produção, manutenção, entre outros. Por isso, apresentam uma clara vantagem por integrar todos os ambientes da empresa em somente um *software*, proporcionando assim uma padronização das ferramentas gerenciais (LUSTOSA et al., 2008).

A Figura 1 apresenta um resumo esquemático do desenvolvimento do planejamento e controle da produção que permite compreender as suas várias fases e as ferramentas desenvolvidas em cada uma delas.

Figura 1 – Visão histórica do desenvolvimento do PCP

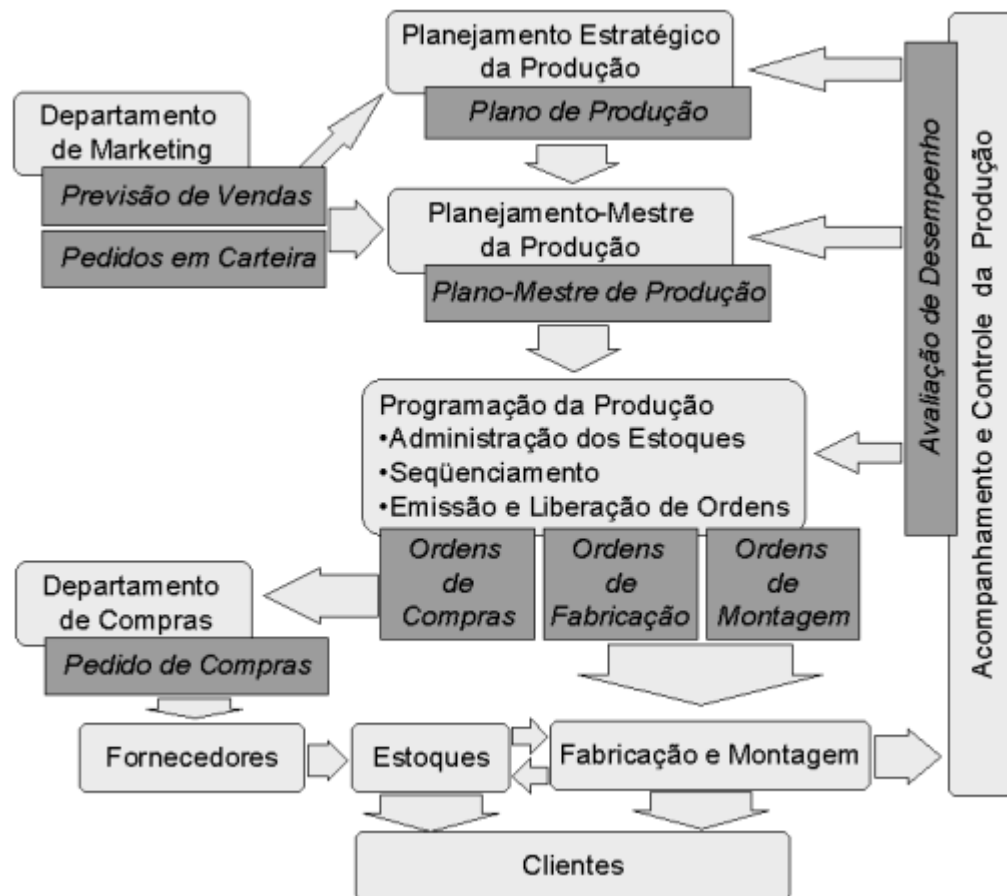


Fonte: Vollmann et al. (2006, p. 608)

2.1.2 Conceito

Na visão de Tubino (2007), o departamento a as atividades de PCP podem ser definidos como uma área de apoio com a função de coordenar e aplicar os recursos produtivos de maneira que seja possível realizar os planos estabelecidos nos níveis estratégicos, tático e operacional de forma satisfatória, utilizando para isso informações gerenciais e técnicas advindas de outros setores e departamentos conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Visão geral das atividades do PCP



Fonte: Tubino (1997, p. 3)

O departamento de Planejamento e Controle da Produção tem o desafio de garantir que os recursos, como matérias-primas, mão de obra e máquinas, estejam disponíveis na quantidade correta e no momento desejado estabelecido no planejamento, com o objetivo de disponibilizar o produto final no prazo correto, evitar estoques desnecessários de matérias-primas e ociosidade de mão de obra e máquinas. Para Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 54), “o planejamento e controle é atividade de decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando assim, a execução do que foi previsto”.

Zaccarelli (1976) complementa que o planejamento e controle da produção são funções inter-relacionadas que integram os setores produtivos com os demais setores da empresa com o objetivo de comandar o processo produtivo para atingir as metas das organizações. A programação e o controle comandam o processo produtivo coordenando-o com os demais setores administrativos da empresa (SACOMANO, 2007).

As principais áreas administrativas que o PCP se relaciona, segundo Chiavenato (1990), são:

- Engenharia Industrial;
- Recursos Humanos;
- Suprimentos e Compras;
- Financeiro;
- Vendas.

No Quadro 1 é possível enxergar como o PCP se relaciona com os setores anteriormente citados através de um fluxo de informações.

Quadro 1 – Principais inter-relações do PCP com áreas administrativas

Setor	Atividades PCP	Atividades Setor
Engenharia Industrial	Programação das máquinas de acordo com o sequenciamento da produção	Relatar falhas em equipamentos e paralisações para manutenção ou reparos
Recursos Humanos	Estabelecer a quantidade e capacitação necessária da mão de obra	Prover o recrutamento, seleção e treinamento dos colaboradores a fim de que seja possível executar as atividades produtivas
Suprimentos e Compras	Programação de materiais e matérias-primas necessárias ao sistema produtivo	Executar a compra de materiais e matérias-primas planejadas pelo PCP buscando o fornecedor com melhor preço, melhor qualidade e atendimento no prazo
Financeiro	Estabelecer níveis ótimos de estoque e lotes econômicos de produção	Determinar o orçamento disponível para os setores, possíveis investimentos e estoque de produto acabado e matéria-prima
Vendas	PCP se baseia em previsões de venda e demanda para planejar o sistema produtivo	Fornecer uma previsão de vendas e informar caso haja alguma alteração em função do comportamento do mercado ou campanhas internas

Fonte: Adaptado de Chiavenato (1990)

Segundo Corrêa, Giancesi e Caon (2009), o processo de planejamento deve ser contínuo. É necessário ter a noção da situação presente, a visão de futuro juntamente com os objetivos pretendidos e o entendimento de como esses elementos afetam as decisões que se devem tomar no presente.

Na percepção de Tubino (2007), a finalidade do acompanhamento e controle dos sistemas produtivos é estabelecer uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando desvios e suas consequências. Auxiliando os responsáveis a estabelecer ações corretivas que minimizem os impactos para a organização.

Através do controle, a produção é acompanhada a fim de evitar erros e desvios que possam comprometer a produtividade e o desempenho da organização, melhorando continuamente os processos para mitigar erros futuros (CHIAVENATO, 1990).

Portanto, o PCP é essencial para que a organização atinja seus objetivos de forma satisfatória, sendo responsável por gerenciar e monitorar continuamente as atividades produtivas. A falta desse planejamento e controle gera impactos produtivos e logísticos, ocasionando retrabalho, ociosidade, gargalos e decaimento dos níveis de atendimento, comprometendo a credibilidade e confiança de clientes, fornecedores e até mesmo de seus colaboradores.

Russomano (2000) destaca que cada indústria necessita de um modelo específico de PCP que seja estruturado de forma a atender suas expectativas e necessidades de acordo com seu estilo de produção, diversidade de produtos e escala de produção.

2.1.3 Níveis de Planejamento

De acordo com Tubino (2007), as atividades do PCP são exercidas em três níveis hierárquicos do planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema produtivo:

- Nível Estratégico (longo prazo);
- Nível Tático (médio prazo);
- Nível Tático (curto prazo).

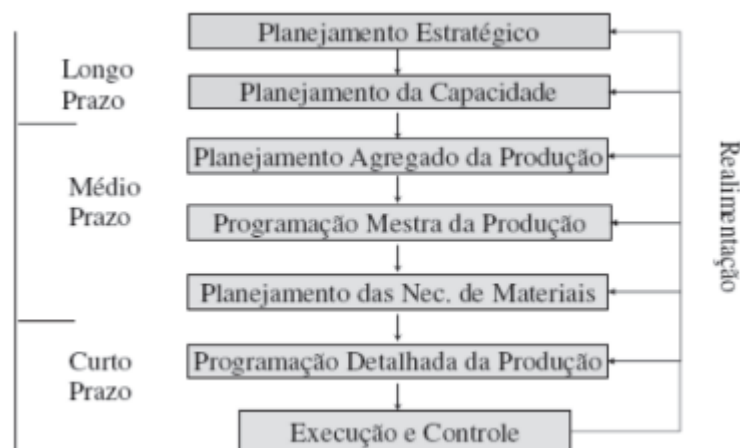
O PCP na visão Lustosa *et al.* (2008), deve atuar desenvolvendo idealizações, controle e operação nos 3 níveis citados conforme demonstra a Figura 3.

No nível estratégico é estabelecido um plano de vendas de longo prazo tendo como base a posição que a organização pretende ocupar. Será então discutido a disponibilidade de recursos financeiros e de capacidade produtiva.

No médio prazo, definido com planejamento tático, o Plano Mestre de Produção (PMP) deve buscar táticas para tornar viável e operar de forma eficiente os planos estabelecidos no nível estratégico, orientando e guiando as áreas e departamentos da organização para atingir as metas e objetivos.

No curto prazo, a programação da produção deve se encarregar de programar e sequenciar a fabricação de itens acabados ou semiacabados de acordo com os recursos disponíveis no momento, realizando a emissão de ordens de produção e compra. É nesse horizonte de planejamento operacional que fica inserido o controle da produção, sendo responsabilidade do PCP realizar o acompanhamento do processo produtivo.

Figura 3 – Níveis hierárquicos da estratégia de produção, funções de PCP x Horizonte de tempo



Fonte: LUSTOSA *et al.* (2008 p. 10)

2.1.3.1 Planejamento de Longo Prazo

O planejamento estratégico foca em definir as estratégias para o longo prazo tendo como base uma visão holística da companhia, sem a necessidade de ser extremamente detalhado e completo, uma vez que o horizonte de planejamento é

normalmente longo, entre 5 e 10 anos, dificultando a definição de detalhes e tornando-se suscetíveis a mudanças de mercado, políticas e da própria organização.

Para um planejamento de longo prazo bem estruturado deve ser levado em conta fatores como o cenário econômico global e aquele em que a organização está inserida, mapeando fraquezas, oportunidades de entrada e crescimento, além de possíveis ameaças. Conforme cita Lustosa *et al.* (2008, p. 12), “para obter desempenho superior nos negócios é necessário possuir tanto eficácia operacional quanto estratégica”. Lembrando que por ser criado visando um horizonte de longo prazo conforme falado anteriormente, torna-se necessário sua constante revisão e atualização caso seja necessário.

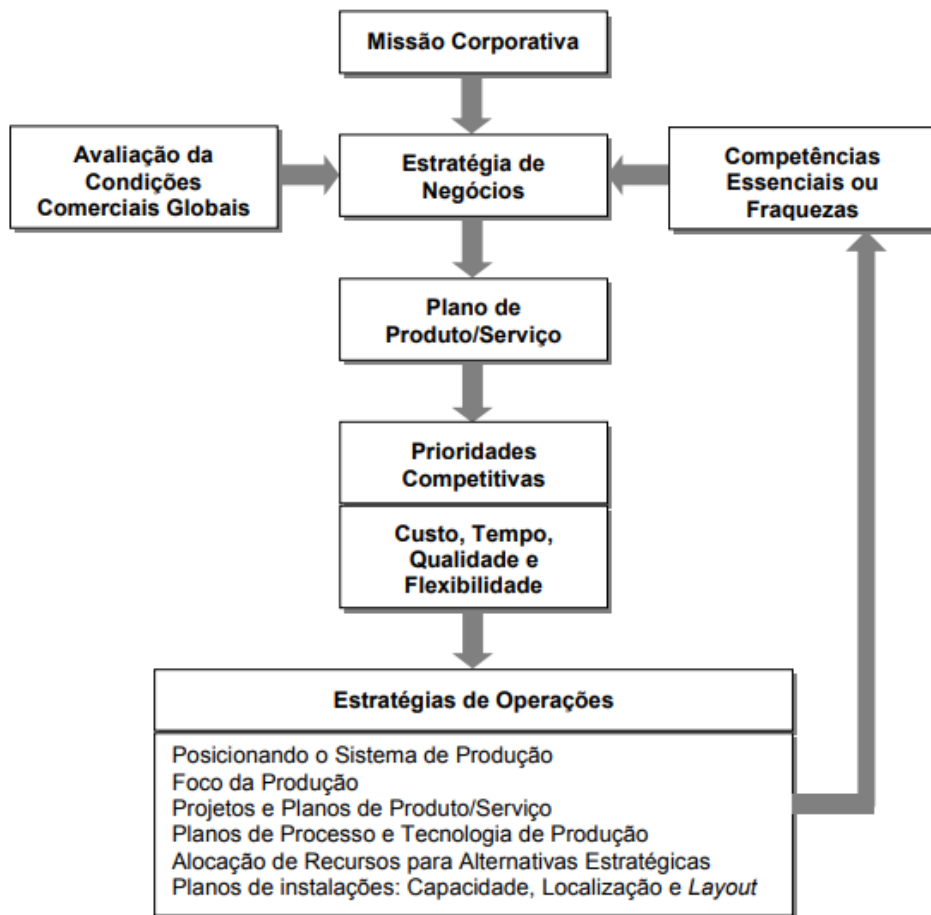
É no momento da elaboração do plano estratégico que aqueles que ocupam altos cargos na hierarquia da organização irão discutir sobre realocação de recursos, investimento para aumento de capacidade produtiva e diminuição de custos com base em um plano de vendas de longo prazo, pelo qual será possível visualizar a capacidade produtiva que será necessária para atender os clientes (TUBINO, 2007).

Ainda segundo o autor:

(...) o planejamento estratégico busca maximizar os resultados das operações de modo a reduzir os riscos nas tomadas de decisões das empresas. O impacto de suas decisões visa garantir o atendimento de sua missão que é a razão de ser da empresa. Para efetuar um planejamento estratégico, a empresa deve entender o limite de suas forças e habilidades no relacionamento com o meio ambiente, de maneira a criar vantagens competitivas em relação à concorrência, aproveitando-se de todas as situações que lhe trouxerem ganhos (TUBINO, 2007, p. 35).

Na Figura 4 estão expostas as discussões e avaliações que devem ser realizadas durante a fase de elaboração do planejamento estratégico para permitir a criação de estratégias de operações para torná-lo realidade.

Figura 4 – Desenvolvimento de estratégias no planejamento estratégico



Fonte: Gaither e Frazier (2001, p. 39)

Nesse momento também serão estabelecidas definições como “quem ela é?”, “aonde quer estar no futuro?” e “o que considera importante?”, que fazem parte do que se chama “missões e valores” de uma empresa ou organização, instrumento de gestão empresarial de extrema importância que permite idealizar e definir as metas e objetivos. Cabe ressaltar novamente que essa definição não é algo com extrema quantidade de detalhes e precisão como um determinado volume de produção ou metas de venda, mas sim um plano de fato estratégico, baseado em um plano de vendas de longo prazo como por exemplo a definição de um novo público alvo, o ingresso em um novo mercado ou melhora na satisfação dos clientes.

Vale ainda apontar que o plano de longo prazo aliado com a definição de missão e valores da empresa deve ser inspirador e motivador, pois ele possui grande importância no engajamento dos colaboradores da organização, gerando não só

inspiração e motivação, como também um sentimento de comprometimento e responsabilidade para o alcance dos resultados.

2.1.3.2 Planejamento de Médio Prazo

O planejamento de médio prazo ou planejamento tático busca traduzir o planejamento estratégico em projetos ou conjunto de ações para que possam posteriormente, no planejamento operacional, serem colocadas em prática. O planejamento tático está em nível departamental, de forma que cada um dos diferentes times tem seus próprios objetivos, mas podendo trabalhar em conjunto para atingi-los e transformar o plano estratégico da organização em realidade.

De acordo com Lustosa (2008) o PCP atua no nível tático através do:

- Plano Agregado;
- Plano Mestre de Produção (PMP);
- Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP).

O plano tático explora formas mais eficientes de atingir o plano estratégico, planejando o uso das capacidades instaladas para atender as previsões de demanda de médio prazo e pedidos já em carteira (TUBINO, 2007).

2.1.3.2.1 Plano Agregado de Produção

Para Lustosa *et al.* (2008, p. 104), “o propósito do planejamento agregado é garantir que os recursos básicos para a produção estarão disponíveis, em quantidade adequadas, quando for decidir sobre o quanto produzir de cada produto”. Ou seja, é um plano de médio prazo que determina fatores como nível de produção e estoque além da força de trabalho necessária. Gaither e Frazier (2001, p. 235) complementam que “o planejamento agregado desenvolve planos de médio prazo referentes a emprego, estoque agregado, utilidades, modificações de instalações e contratos de fornecimento de materiais”

Lustosa *et al.* (2008) ressaltam que o plano agregado é definido por família de itens, uma vez que geralmente mais de um produto compartilham das mesmas instalações, equipamentos e mão de obra. E ainda segundo os autores, pelo fato de

somente ter definida uma estimativa da demanda ao se fazer o planejamento, deve-se providenciar uma capacidade em que os custos de falta de capacidade e custos de excesso de capacidade sejam os menores possíveis.

A importância de um planejado agregado bem estruturado para Gaither e Frazier (2001, p. 235) é proporcionar:

- instalações amplamente carregadas e minimiza a sobrecarga e a subcarga, reduzindo assim os custos de produção;
- um plano para mudanças sistemáticas da capacidade de produção para atender os picos e momentos de baixa da demanda esperada;
- capacidade de produção adequada para atender a demanda agregada esperada;
- obter a máxima produção para a quantidade de recursos disponíveis, o que é importante em tempo de recursos escassos de produção.

Ainda conforme Tubino (1997), é na etapa de elaboração do planejamento agregado que avalia-se formas de alterar o sistema produtivo para torná-lo mais eficientes através da adoção de políticas alternativas de subcontratações, turnos extras, criação de estoques e adiantamento ou adiamento de produção.

2.1.3.2.2 Plano Mestre de Produção

O Plano Mestre de Produção (PMP) é gerado a partir do Plano Agregado e conforme explicado por Gaither e Frazier (2001, p. 249), “define a quantidade de cada item final a ser concluída em cada semana do horizonte de planejamento de curto prazo”. Ou seja, o PMP atua em níveis de produto acabado, coordenando as ações dos setores de manufatura em um curto prazo, de modo que quanto menor for o horizonte de planejamento, maior será a acuracidade.

Portanto, o PMP consiste em definir a sequência de atividades, a quantidade de produção de cada item levando os estoques em consideração e a necessidade de recursos. Para determinar essas quantidades é utilizada a previsão de demanda e a carteira já existente.

Elaborar um PMP é um processo de tentativa e erro, e na visão de Tubino (2007), a partir de um PMP inicial, busca-se verificar a disponibilidade de recursos.

Em caso de viabilidade, tem-se o plano aprovado, caso contrário, é necessário refazer o PMP. Cabe também ao PCP analisar a necessidade dos recursos produtivos e identificar possíveis gargalos que podem colocar em risco a execução do PMP no curto prazo.

Gaither e Frazier (2001, p. 250) colocam como objetivos do PMP:

- programar itens finais para serem concluídos prontamente e quando prometido aos clientes;
- evitar sobrecarga ou ociosidades na produção, a fim de que a capacidade de produção seja utilizada eficientemente e resulte em baixos custos de produção.

A partir do PMP, Tubino (2007) afirma que a organização passa a assumir compromissos de montagem dos produtos acabados, fabricação de partes manufaturadas e entrega de pedidos dentro dos prazos estabelecidos. Por ter responsabilidade com prazos, Tubino (2007, p. 51) ainda complementa:

(...) o planejamento mestre da produção da produção exerce duas funções básicas dentro da lógica de PCP. Uma relacionada a análise e validação da capacidade de médio prazo em atender à demanda futura, que desmembra a estratégia de produção em táticas de uso para o sistema produtivo montado (um link entre o médio e o longo prazo). E outra, implementando a tática escolhida para o próximo período, identificando as quantidades de produtos acabados que deverão ser produzidas de forma a iniciar o processo de programação (um link entre o curto e o médio prazo).

É fundamental que a previsão de demanda seja realizada com o máximo de acurácia possível a partir dos dados disponíveis, visto que variações não desejadas causam perturbações no planejamento. Além disso, para a previsão do PMP também são considerados e analisados dados levantados por outros departamentos da empresa conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 – Dados de entrada para o programa mestre de produção



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 456)

Com a elaboração do Programa Mestre de Produção contendo as quantidades e datas que serão produzidos os produtos acabados ou semiacabados, o MRP e MRP II irão utilizar os dados da lista de materiais e roteiros de fabricação para realizar os cálculos dos recursos necessários para produção em um determinado momento, gerando assim uma necessidade de requisição desses recursos.

2.1.3.3 Planejamento de Curto Prazo

O planejamento de curto prazo, chamado de planejamento operacional, ou ainda nível operacional, corresponde ao resultado do MRP. É neste nível que segundo Tubino (2007) acontece o gerenciamento dos estoques de matérias-primas, sequenciamento de ordens de produção, emissão de pedidos de compra e a execução do controle e acompanhamento do processo produtivo. Ainda de acordo com o autor, a programação da produção é a primeira dentro do nível operacional, fazendo com que as atividades produtivas sejam disparadas.

Slack, Chambers e Johnston (2002) explicam que a programação da produção é a ferramenta responsável pelo sequenciamento das ordens produtivas, com determinações de prazos de início e término de cada operação. Pinedo (2010) diz que o sequenciamento da produção é a tarefa de alocar e ordenar tarefas que são executadas em recursos fabris limitados (máquinas ou mão de obra).

Para complementar, o autor Tubino (2007, p. 63-64) define que as atividades de programação podem ser divididas em três grupos:

(...) a administração de estoques, o sequenciamento e a emissão e liberação de ordens. As atividades de administração de estoques está encarregada de planejar e controlar os estoques dos itens comprados, fabricados e montados definindo o tamanho dos lotes, a forma de reposição e os estoques de segurança do sistema. A atividade de sequenciamento busca gerar um programa de produção para os itens fabricados e montados que utilize inteligentemente os recursos disponíveis, promovendo produtos com qualidade e custos baixos. Já a emissão e a liberação de ordens implementa o programa de produção, expedindo a documentação necessária para o início das operações (compra, fabricação e montagens) e liberando-a quando os recursos estiverem disponíveis, normalmente em conjunto com a função de acompanhamento e controle da produção.

É neste nível de planejamento que o plano tático é desdobrado para cada atividade, com detalhamento de cronograma de atividades, definição das metas para cada uma delas e os recursos e ferramentas necessárias para execução. De forma resumida e simplificada, é de onde são executadas ações com o objetivo de atingir as metas estabelecidas no plano tático. Todos os níveis da organização estão presentes e controlam as atividades de rotina garantindo que as operações necessárias sejam realizadas de acordo com o procedimento estabelecido.

Durante a realização das atividades diárias, o PCP acompanha a utilização de recursos e os resultados obtidos na execução para relatar o consumo de materiais, utilização de mão de obra e equipamentos, além de monitorar o atendimento de pedidos e indicadores de desempenho (VOLLMAN *et al.*, 2006).

Tubino (2007) explica que se o PMP e o Plano Agregado tiverem sido elaborados de maneira correta, com todos os recursos necessários providenciados, identificado os gargalos e equacionado o planejamento de modo viável, não deverá ocorrer problemas graves na fase de programação e sequenciamento da produção. No entanto, intervenções sutis no curto prazo são possíveis em caso de não conformidade com os planos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Um fator importante do planejamento operacional é a maior previsibilidade quando comparado aos demais devido ao horizonte temporal se dar em torno de 3 a

12 meses dependendo do autor. Mas é comum empresas trabalharem com o horizonte mais curto possível para conseguir um acompanhamento mais de perto das ações que estão sendo realizadas e poder atualizar ou ajustar o plano conforme as necessidades e dificuldades enfrentadas.

2.2 FERRAMENTAS E DOCUMENTOS UTILIZADOS EM PCP

Para que seja possível planejar e controlar a cadeia de produção de uma organização, que geralmente abrange uma grande variedade de produtos, existem ferramentas e sistemas que podem ser utilizados para auxiliar nesse processo de administração da produção.

Os sistemas de administração da produção (SAP) são para Corrêa, Giansesi e Caon (2009), aqueles que auxiliam na tomada de decisões nos três níveis hierárquicos em que o PCP atua (estratégico, tático e operacional). Nesse sentido, destacam-se ferramentas como previsão de demanda, os sistemas de planejamento das necessidades de materiais (MRP) e planejamento de recursos de manufatura (MRP II)

2.2.1 Lista de Materiais

Antes de definir e explicar a importância de uma correta lista de materiais para o planejamento de necessidade de materiais (MRP) e consequentemente para o departamento de PCP em uma organização, é necessário entender alguns conceitos chaves que fazem parte de uma lista de materiais.

Inicialmente, é possível classificar os itens em estoque em duas categorias: itens de demanda independente e itens de demanda dependente. Corrêa e Giansesi (1993) explicam cada um da seguinte forma:

a) Demanda Independente:

Corresponde a itens cuja demanda não depende da demanda de nenhum outro item, sendo o produto acabado um típico exemplo dessa categoria, visto que a sua demanda irá depender de fatores como carteira de pedidos ou mercado consumidor e não dos itens do qual ele é composto.

b) Demanda Dependente:

Possui demanda dependente da demanda de um outro item, sendo as matérias-primas um exemplo de item dependente, uma vez que para cada necessidade do produto final será necessária uma conhecida quantidade de matéria-prima, ou seja, é utilizada a demanda do produto final para calcular a demanda de matéria-prima.

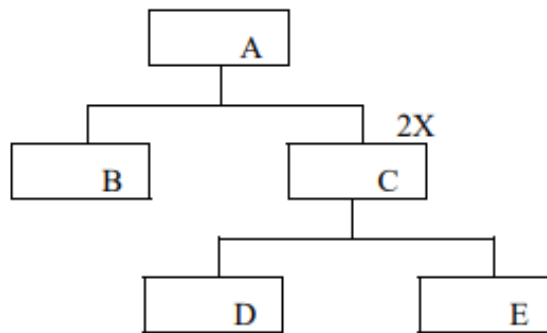
Outro conceito importante para elaborar uma lista de materiais é a relação entre itens “pais” e itens “filhos”. Um item “pai” é um item do estoque que é composto por outros itens que são denominados como “filho”. A relação entre os dois itens pode ser estabelecida por uma lista de materiais que define a quantidade de componentes “filho” que serão necessárias para produzir um item “pai” (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Juntando os conceitos descritos anteriormente, pode-se concluir que um item “filho” é um item de demanda dependente visto que sua necessidade será calculada com base na demanda do item “pai” que, por sua vez, pode ser um item de demanda dependente ou independente dependendo do produto.

A estrutura que representa todas as relações “pai-filho” entre itens que são componentes de um produto final e as quantidades necessárias de cada componente é denominada de estrutura do produto ou árvore de produto. Lustosa *et al.* (2008) explicam que os itens que compõem o produto de interesse são agrupados em conjuntos e subconjuntos organizados em diferentes níveis (normalmente linhas).

A Figura 6 apresenta a estrutura de produto de um produto “A” composto por 1 item “B” e 2 itens “C”. Pode-se definir os itens “B” e “C” como itens filho do item “A”. Nesse caso, a necessidade calculada pelo MRP dos itens “B” e “C” dependerão da demanda do item “A”. Ao analisar o próximo nível nota-se que item “C” é filho do item “A” e ao mesmo tempo pai dos itens “D” e “E”. Desse modo é possível inferir que um item pode ser denominado como pai ou filho dependendo de qual item seja tomado como referência para o cálculo de necessidade.

Figura 6 – Exemplo de estrutura de produto



Fonte: Corrêa e Giansesi (1992, p. 112)

Os produtos manufaturados normalmente são compostos de vários itens que também são itens “pai” de outros. Esses tipos de itens são comumente denominados de produtos semiacabados ou somente semiacabados. Desse modo, a estrutura de produto costuma apresentar muitos níveis, e quanto maior o número de níveis, maior verticalização e horizontalização apresentará a estrutura. Tal fato pode tornar a árvore do produto de difícil compreensão por conta da sua alta complexidade.

Desse modo, a lista de materiais (BOM) passa a ser utilizada para transformar a representação gráfica dos níveis do produto em uma representação linear contendo todos os componentes existentes para a formação do produto final. A lista de materiais atua, portanto, como a estrutura do produto, permitindo saber quais e quantos itens são necessários para manufaturar outros (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). A diferença básica entre as duas é que a estrutura do produto possui uma representação gráfica mais complexa enquanto a lista é basicamente uma relação de materiais.

A responsabilidade pela elaboração da BOM é atribuída ao setor de Engenharia de Produto em um primeiro momento segundo os autores Slack, Chambers e Johnston (2002). Como pode ser verificado em Lustosa *et al.*, (2008), o conhecimento da estrutura do produto é um dos pilares para a elaboração da lista de materiais.

A Figura 7 apresenta uma lista de materiais para a manufatura de um triciclo, nela é possível observar as quantidades necessárias de cada item bem como os diferentes níveis em que se encontra cada material e assim identificar as relações pai-filho existentes.

Figura 7 – Lista de materiais de um triciclo

Nível	Item	Unidade	Quantidade
0 - - - -	Triciclo	Unid.	1
- 1 - -	Conjunto frontal	Unid.	1
- - 2 -	Roda	Unid.	1
- - 2 -	Sistema de direção	Unid.	1
- 1 - -	Quadro	Unid.	1
- 1 - -	Conjunto traseiro	Unid.	1
- - 2 -	Roda	Unid.	2
- - 2 -	Sistema de frenagem	Unid.	1

Fonte: Corrêa e Giansi (1992, p. 149)

No entender de Lustosa *et al.*, (2008), a Lista de Materiais ou *Bill of Materials* é um documento que informa os componentes e quantidades necessárias para a manufatura de um determinado produto. O autor ainda cita que as listas são elementos-chave para o planejamento, programação e controle da produção.

A BOM é uma das partes mais trabalhosas de todo o planejamento de necessidade de materiais pois é necessário que, para todos os produtos, sejam identificados os itens e subitens chamados de pais e filhos para calcular a demanda de cada um (MARTINS; LAUGENI, 2005). Uma lista de materiais exige que a sua informação seja de elevada qualidade e fidelidade à realidade para resultar em uma necessidade correta de materiais (GARWOOD, 2004).

A BOM também é um documento de integração entre os diferentes departamentos de uma organização (MARÇOLA, 1995). Sobretudo em uma empresa que utiliza um sistema de gestão integrado. A forma como a BOM é elaborada e sua acuracidade pode influenciar diretamente no sucesso da organização (RUSK, 1990).

2.2.2 Previsão da Demanda

Kotler (1991) define a demanda de um produto como o volume que seria comprado por um determinado grupo de consumidores em um local com um período definido e um ambiente de mercado específico.

Já Martins e Laugeni (2005, p. 226) definem previsão da seguinte forma:

Previsão é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida.

As previsões são de grande importância para todo tipo de empresa ou organização, pois é a partir dela que gestores e colaboradores podem ter uma visão do futuro e assim planejar adequadamente suas ações. Desse modo, irá orientar a alocação de recursos de produção no decorrer de um determinado período de tempo. A previsão de demanda reúne informações de mercado para determinar a necessidade dos produtos analisados, estocagem e a capacidade de produção (VOLLMANN *et al.*, 2006).

Por esses motivos, conforme destaca Ballou (2001), a previsão de demanda é de fundamental importância pois fornece informações que são utilizadas como base para o planejamento e controle de todas as áreas da empresa.

No setor PCP, a previsão de demanda serve para esquematizar o sistema de produção e definir o uso desse sistema. Ademais, as previsões de demanda são fundamentais na manutenção de várias atividades gerenciais, como a gestão de estoque, planejamento agregado, capacidade produtiva e plano mestre de produção (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2001).

Torna-se evidente, portanto, que previsão da demanda é a principal informação utilizada pelo PCP na elaboração de suas atividades, e conforme Tubino (2008) explica, apesar de ser de responsabilidade dos setores de marketing e vendas, existem bons motivos para que o PCP entenda como ela é realizada, haja vista que suas consequências afetam diretamente o resultado esperado de suas funções de planejamento e controle do sistema produtivo.

Segundo os autores Corrêa, Gianesi e Caon (2009), os métodos de previsão de demanda são classificados em dois grupos. No primeiro estão os métodos qualitativos enquanto o segundo grupo é formado por métodos quantitativos.

Os métodos qualitativos, como aponta Moreira (1996), são baseados no julgamento e na experiência de quem está elaborando a previsão ou de um grupo de pessoas que possuem amplo conhecimento acerca do negócio e do mercado no qual está inserido. Normalmente esse modelo é utilizado quando não existem dados disponíveis ou dados históricos para realizar uma modelagem matemática ou estatística. Tais métodos são considerados subjetivos, pois se baseiam, basicamente, em opiniões e julgamentos.

Nesse grupo estão inclusos modelos como o Método Delphi, consenso de comitês, pesquisas de mercado, pesquisa de clientes e até analogia histórica.

Os métodos quantitativos de previsão por sua vez, baseiam-se na utilização de dados de séries temporais, a partir do qual, se tentará identificar padrões de comportamento para a demanda passada com a finalidade de projetar um comportamento futuro. Portanto, são baseados em modelos matemáticos que utilizam dados históricos disponíveis partindo do pressuposto os mesmos serão relevantes para o futuro (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Como exemplo de modelos quantitativos de previsão de demanda estão a média móvel, regressão linear, suavização exponencial.

Com cada vez mais as empresas focando na coleta de dados para análise, realizar uma previsão quantitativa para uma grande quantidade de dados ou produtos torna-se uma tarefa de elevada complexidade. No entanto, já existem *softwares* específicos para a elaboração de previsão de demanda ou é possível adotar ou criar um modelo computacional que realize os cálculos de uma previsão com grande quantidade de dados e informações de maneira rápida e eficiente. Porém, mesmo com os recursos computacionais e sofisticadas técnicas matemáticas, Tubino (2007, p. 16) destaca que ainda “envolve uma boa dose de experiência e julgamento do planejador”.

Pode-se também classificar a previsão de demanda em três horizontes diferentes segundo Buffa e Sarin (1987):

- Curto prazo: relacionada com a programação da produção e controle do estoque de produtos acabados.
- Médio prazo: o horizonte de planejamento varia aproximadamente de seis meses a dois anos de modo que o plano agregado de produção e o plano mestre de produção utilizam esse horizonte de demanda como base.
- Longo prazo: o horizonte de planejamento é de 3 anos ou mais, servindo como auxílio na definição do planejamento estratégico da organização

Para finalizar, é importante destacar a existência de alguns comportamentos existentes que podem aparecer em uma previsão de demanda segundo Gaither e Fraizer (2001):

- Tendência: determinada por meio da análise da curva de demanda no longo prazo, em que a tendência pode ser representada pela elevação ou declínio

dos valores, de forma que caso não apresente variação pode ser determinada como estacionária

- Sazonalidade: um padrão de dados que se repete de tempos em tempos em intervalos menores que 1 ano
- Ciclo: um padrão de dados que se repete em forma de ondas em períodos maiores que 1 ano

É importante deixar claro que uma curva de demanda pode e geralmente apresenta uma combinação dos comportamentos listados acima ou ainda em casos extremos ser uma demanda aleatória em que as alterações dos dados são causadas pelo acaso ou situações incomum as quais não podem ser previstas.

2.2.3 Sistemas MRP/MRP II/ERP

2.2.3.1 Sistema MRP

De acordo com Slack, Chambers e Jonhston (2002), o MRP (*Materials Requirements Planning*) surgiu nos anos 60 com objetivo de calcular as necessidades e o momento em que cada material é necessário para que a produção de um produto inicie no momento correto. Para isso, devem ser conhecidos todos os componentes do produto final assim como o tempo de obtenção de cada componente e a quantidade que se deseja produzir (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

Os sistemas MRP realizam cálculos para planejar as compras de materiais no momento ideal e na quantidade correta considerando fatores como estoques e *lead times*, com o objetivo de reduzir estoques desnecessários. (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Anteriormente ao acesso de sistemas computacionais por parte de indústrias e organizações, os cálculos de necessidades eram realizados pelos próprios colaboradores a partir das listas de materiais (BOM – *Bill of Materials*), estoques existentes e a relação do que e quando deseja-se produzir. Porém, como cada vez mais os produtos se tornam mais complexos e com maior diversidade de bens fabricados por uma mesma organização, administrar a necessidade de muitos itens tornou-se uma tarefa complexa.

A partir do advento dos sistemas computacionais capazes de executar os cálculos complexos de forma rápida e sem erros, o MRP foi se difundindo entre os anos 1970 e 1980. Portanto, o MRP consiste em realizar computacionalmente as atividades ligadas ao planejamento das necessidades de materiais, permitindo identificar o momento em que cada item deve estar disponível e emitir requisições de compra ou produção.

O objetivo final de um MRP em uma organização é:

Permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de itens componentes para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias, nem mais, nem menos, nem antes, nem depois. (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 104)

As informações necessárias para o *Materials Requirements Planning* continuam as mesmas que eram utilizadas quando tais cálculos eram realizados a mão. Para executar o MRP, é necessário que a empresa possua e mantenha corretos alguns dados e informações que serão utilizados como *inputs* para realizar os cálculos. São eles: lista de materiais ou a estrutura do produto, os estoques disponíveis e o Planejamento Mestre da Produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Os estoques disponíveis se referem às quantidades de matérias-primas e componentes disponíveis no estoque no momento em que são realizados os cálculos de necessidades (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009). Portanto, é de suma importância que os estoques sejam bem administrados, com a realização de inventários frequente e um acurado controle de entrada e saída de materiais.

O Planejamento Mestre de Produção, conforme foi explicado anteriormente, consiste em definir, para um curto prazo, a sequência de atividades e a quantidade de produção de cada item levando os estoques de produto acabado e a carteira de pedidos em consideração.

Por último, é necessário a lista de materiais, também chamada de lista técnica ou ficha técnica dependendo da organização. Nela estão contidos uma relação de todos os materiais utilizados para fabricação ou montagem de um item bem como as quantidades necessárias. Cabe lembrar que um produto pode também ser composto

por subprodutos que também possuem uma lista de matérias específicos, sendo chamados de semiacabados. Mais à frente será explicado em maiores detalhes a importância de uma lista de matérias bem estruturada e com dados acurados.

Utilizando os recursos destacados, o MRP calculará as necessidades de materiais que serão utilizados, então é verificado se a quantidade existente em estoque é suficiente para atender a demanda resultante. Caso não seja, o sistema pode adotar ações como emitir uma requisição de compra, gerar uma ordem de produção ou disparar pedidos para fornecedores de acordo com a política de estoque escolhida (MARTINS; ALT, 2006).

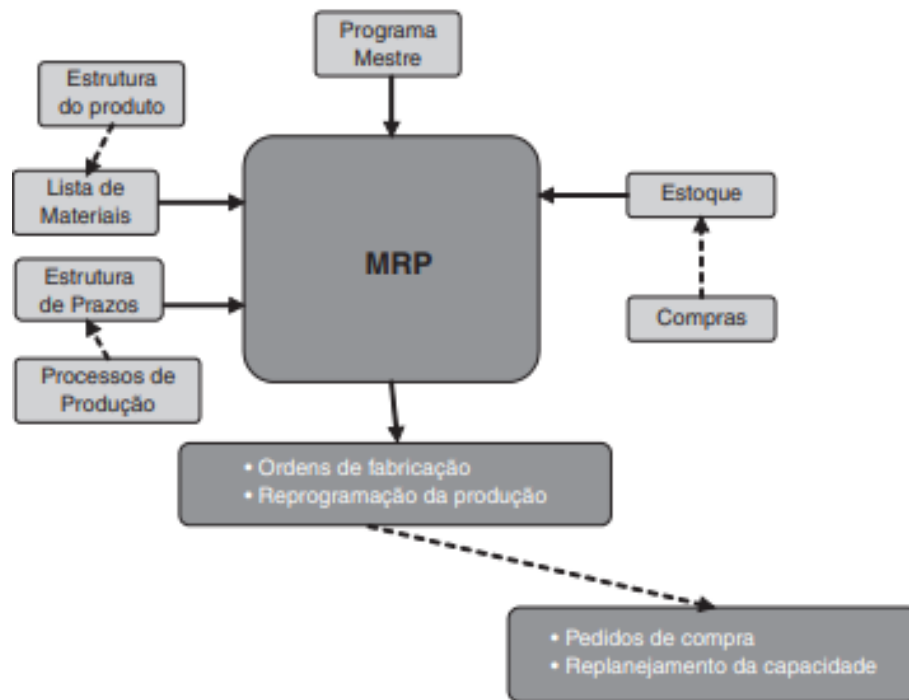
Nesse contexto, é necessário entender a definição de termos como o *lead time*. Ballou (2006) afirma que corresponde ao intervalo de tempo entre o pedido de um cliente e a entrega do produto ou serviço. Porém, é possível decompor o *lead time* de um produto em *lead time* de matéria-prima e *lead time* de produção. O primeiro refere-se ao tempo entre a o pedido de material ao fornecedor e a entrada desse material no estoque. Já no contexto de produção, o *lead time* é entendido como o tempo entre a liberação da ordem de fabricação e o momento em que o produto está disponível para o cliente no estoque.

Em um cenário em que o sistema contém os parâmetros de *lead times* para os itens e produtos analisados, o MRP irá fornecer uma lista dos itens que estão faltando e os momentos em que devem ser comprados ou produzidos considerando os *lead times* estabelecidos (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Para os autores Guerra, Silva e Tondolo (2014), o sistema MRP auxilia os colaboradores da organização a identificar o momento e a quantidade de matéria-prima que deve ser adquirida ou produzida em dado momento, com a finalidade de evitar problemas causados por falta de materiais em linhas de produção ou estoques desnecessários.

Lustosa *et al.* (2008) definem as entradas e saídas de um MRP de acordo com a Figura 8.

Figura 8 – Integração do MRP com os demais sistemas de produção



Fonte: Lustosa *et al.* (2008, p. 146)

2.2.3.1.1 Cálculo do MRP

Na visão de Corrêa e Giancesi (1992), o cálculo de necessidade de materiais tem como ponto de início o plano de produção do produto final que vai gerar um plano de compra de insumos e um plano de produção para os componentes a serem fabricados. A partir da necessidade bruta de material e a informação do estoque disponível, o *software* irá calcular a necessidade líquida, ou seja, aquela que deverá ser adquirida ou fabricada. A data de necessidade de cada uma será programada através de um cálculo regressivo, pois a referência utilizada é a data em que o produto final deve estar disponível, de modo que as datas de compra ou fabricação de itens serão as datas da sua necessidade menos o *lead time* da etapa.

A Figura 9 demonstra o algoritmo utilizado pelo MRP para determinar as datas de compra e fabricação de componentes. O *lead time* de cada etapa para produção de um produto “A” está informado pelas setas do roteiro. Supondo que o produto “A” deve estar disponível para o cliente no sábado pela manhã, será necessário que a montagem seja iniciada na sexta-feira pela manhã, visto que o *lead time* é de 1 dia. Regredindo mais uma etapa no roteiro do produto, a fabricação dos componentes

deverá ser iniciada 3 dias antes do início da montagem, ou seja, na terça-feira. E por último, como o *lead time* para compra e recebimento dos insumos é de 1 dia, a compra deverá ser executada na segunda-feira.

Figura 9 – Princípio de funcionamento do MRP



Fonte: Adaptado de Corrêa e Giancesi (1992, p. 107)

Lustosa *et al.* (2008) afirmam que as etapas de cálculos do MRP devem ser executadas para todos os níveis da estrutura do produto, obtendo primeiramente as necessidades brutas (*NB*) para o produto final, um item de demanda independente, e posteriormente obter as necessidades que são transmitidas para seus componentes que são itens de demanda dependente. Esse procedimento realizado para todos os níveis da estrutura do produto é conhecido como “explosão” de necessidades. O cálculo das necessidades brutas (*NB*) de uma matéria-prima é dado por:

$$NB = P_{final} * C_{BOM}$$

Onde:

NB = Necessidade bruta;

P_{final} = Produção necessária do produto final;

C_{BOM} = Consumo da matéria-prima cadastrada na BOM do item final

Em seguida, para determinar as necessidades líquidas (*NL*) de cada item, o MRP irá verificar a quantidade do item analisado no estoque no momento do cálculo

e os recebimentos ou ordens de fabricação programados. A partir das informações encontradas, o MRP efetua o cálculo da necessidade líquida através da equação abaixo (GUERRA; SCHUSTER; TONDOLO, 2013):

$$NL = NB - RP - ED$$

Onde:

NL = Necessidade líquida;

NB = Necessidade bruta;

RP = Recebimentos programados ou fabricação em andamento;

ED = Estoque disponível no momento do cálculo

2.2.3.2 Sistema MRP II

Gaither e Frazier (2001, p. 327) afirmam que “Os sistemas de planejamento das necessidades de recursos estão em evolução contínua” visto que “Os primeiros sistemas eram muito simples e pouco sofisticados” de modo que o MRP apenas explodia o PMP nos materiais necessários

Corrêa e Giansesi (1992, p. 116) complementam:

Com a popularização do uso da técnica de cálculo de necessidades de materiais e com mais pesquisas sendo feita quanto à aplicação prática dos princípios do MRP a situações práticas de produção, não tardou que alguns pesquisadores percebessem que a mesma lógica de cálculo de necessidades poderia, com pouco esforço adicional, ser utilizadas para o planejamento de outros recursos de produção (como as necessidades de mão-de-obra e equipamentos), além dos materiais.

Na percepção de Slack, Chambers e Johnston (2009), o sistema e conceito de planejamento de necessidades de materiais se expandiram de tal forma que a partir dos anos 1980 começaram a ser utilizados em outros setores das organizações. Os

mesmos conceitos de cálculos de necessidade foram implementados para contemplar as capacidades de máquinas, mão de obra e demais necessidades do sistema produtivo.

Esse novo conceito é conhecido como *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) ou planejamento de recursos de manufatura, que funciona como base para grande parte dos atuais sistemas de planejamento e controle da produção informatizados.

Para que seja possível calcular as necessidades de outros recursos de manufatura que não simplesmente os materiais, é necessário o cadastro de mais informações à base de dados utilizada pelo MRP. As novas informações englobam fatores como recursos produtivos da fábrica, roteiros de produção (quais setores, máquinas, mão-de-obra e demais recursos são necessários) e sobre o consumo dos diversos tipos de recursos na produção unitária de cada item (CORRÊA; GIANESI 1993).

2.2.3.3 Sistema ERP

O surgimento do *Enterprise Resources Planning* (ERP), ou planejamento de recursos empresariais pode ser entendido como uma evolução natural dos sistemas MRP e MRPII. O ERP é um sistema que torna fluxo de informações dentro de organização mais dinâmico, integrando os vários departamentos e setores, como manufatura, logística, finanças, recursos humanos e engenharia, entre outras (Laudon; Laudon (2007)).

De uma maneira geral, ele pode ser definido como um software instalado em todos os setores da empresa, desde o setor da produção até o *backoffice*. Por ser um recurso integrado para diferentes departamentos, o ERP utiliza uma única base de dados para armazenar informações, de modo cada setor irá utilizar as funcionalidades que acharem conveniente para executar suas atividades além de possibilitar atualizações em tempo real para toda a empresa.

Para Laudon e Laudon (2007), o ERP é um sistema que junta e organiza as informações dos vários setores de uma organização, melhorando a continuidade dos processos e atendendo a necessidade de informações com confiabilidade, disponibilidade e rapidez.

2.2.4 Cronograma de Fabricação

O acompanhamento da produção é uma das principais funções de um PCP bem estruturado. É através dele que será possível antecipar correções de falhas nos processos, programar manutenção de equipamentos e, portanto, evitar paradas inesperadas no sistema auxiliando dessa forma no cumprimento de prazos (RUSSOMANO, 2000).

Para Pavan (2002), H. L. Gantt, que é considerado como um dos primeiros a estabelecer um sistema de PCP baseado em restrições de capacidade e tempo, notou a necessidade de um controle mais visual da produção, ou seja, algo que se apresentasse de forma amigável ao responsável, tornando mais fácil e clara a compreensão imediata do que está acontecendo. Para isso, Gantt desenvolveu um gráfico que indicava para qualquer colaborador o planejamento através dos tempos previstos para execução, comparando-os com os tempos reais executados.

Tal gráfico ficou conhecido como gráfico de barras ou gráfico de Gantt e é composto por barras horizontais que representam o tempo das atividades planejadas a serem desenvolvidas. Os gráficos de Gantt também são muito utilizados na indústria para, além do controle da produção, realizar a própria elaboração de cronogramas de planejamento.

2.2.5 Estoque de Matéria-Prima

Ballou (2006) define o estoque como sendo todo o acúmulo de material dentro de uma organização que pode ser utilizado para venda ou para manufatura de produtos que gerarão receita para empresa. Os estoques podem ser classificados em três categorias:

- Produto acabado;
- Produto em processamento;
- Matérias-primas.

Neste estudo o enfoque é dado para as matérias-primas, de modo que cabe ao PCP planejar suas necessidades e organizar as compras de forma que o estoque seja composto por somente a quantidade necessária de material que será utilizado em um

curto espaço de tempo, com o intervalo entre a chegada do material e sua utilização sendo o mais breve possível.

Ballou (2006, p. 272) diz que “as razões para a manutenção dos estoques estão nos serviços ao cliente e na economia de custos indiretamente resultantes”. O autor ainda lista as principais vantagens como sendo:

- melhorar o serviço ao cliente pela redução no *lead time* de entrega com a disponibilidade imediata de matéria-prima para produção;
- redução de custos de compra e transporte pela economia de escala;
- proteção contra aumento de preços futuros;
- proteção contra incertezas na demanda e no *lead time* de suprimento;
- proteção contra incidentes como desastres naturais ou defeitos ocasionados por erros de operação permitindo que o sistema produtivo continue funcionando.

Todavia, qualquer bem em estoque representa um custo direto ou indireto para a organização, e no entender de Ballou (2006), tais custos estão divididos em três classes gerais:

- custo de aquisição;
- custo de manutenção;
- custo da falta de estoque.

Isso é percebido pelo fato de as empresas buscarem uma redução de estoque como forma de se tornarem mais competitivas, uma vez que o estoque representa custo. No entanto, cabe salientar que os custos ocasionados pela falta de estoque devem também ser considerados. Essa situação reforça mais uma vez reforça a importância do PCP para realizar o planejamento de necessidade de materiais na busca garantir um nível ideal de estoque. Uma das qualidades de um bom planejador é garantir que a produção não seja comprometida mantendo os níveis de estoque com o menor valor econômico possível.

Portanto, o grande desafio que a gestão de estoque enfrenta é definir o ponto ideal de estoque, ou seja, gerir o risco entre escassez e abundância do produto

estocado. Cabe ressaltar que cada estratégia terá suas vantagens e desvantagens (BALLOU, 2006).

O departamento de PCP, ao realizar um planejamento de materiais utilizando dados da BOM que não correspondem à realidade, induzirá o departamento de compras a adquirir maior ou menor quantidade de matéria-prima que o necessário. Desse modo, é possível relacionar que um maior estoque do que o necessário irá implicar em um maior custo de aquisição e de manutenção enquanto um menor estoque por sua vez irá resultar em um custo de falta de estoque. Tais custos serão explicados mais detalhadamente ainda neste capítulo.

Outro ponto essencial para os estoques de matérias-primas é o procedimento chamado “controle de estoque” que segundo Bowersoks e Closs (2010, p 255) pode ser definido como:

(...) um procedimento rotineiro necessário ao cumprimento de uma política de estoques. O controle abrange as quantidades disponíveis numa determinada localização e acompanha as suas variações ao longo do tempo. Essas funções podem ser desempenhadas manualmente ou por computador. As principais diferenças são a velocidade, a precisão e o custo.

Isto posto, a gestão de estoque de um armazém também função de garantir que a quantidade e localização reais de cada item no estoque seja a mesma que a informada em um sistema MRP, ERP ou em outros sistemas de gerenciamento. A quantidade correta em estoque é necessária para calcular a necessidade líquida de materiais conforme visto no tópico 2.2.3.1.1.

Para que a quantidade esteja correta, é necessário um rigoroso controle de entrada e saída de materiais bem como das movimentações dentro do próprio armazém. Uma localização correta de cada material também será útil para facilitar a encontrar e separar os itens quando solicitados.

O autor Ballou (2001, p. 271) afirma ainda que “O custo de manutenção desses estoques pode representar 20 a 40% do seu valor por ano. Por isso mesmo, administrar cuidadosamente os níveis de estoques é economicamente sensato”

2.2.6 Impactos de uma Lista de Materiais Incorreta

Entendido que a BOM é informação indispensável em um sistema produtivo, visto que elenca todos os componentes necessários à manufatura, suas quantidades e suas inter-relações, Oliveira (1999, p. 2) relata que “se os processos da empresa estão manipulando informações sem qualidade, conseqüentemente os resultados alcançados por esses processos também estarão comprometidos”.

Conforme anteriormente destacado por Gonçalves Filho e Marçola (1996), a lista de materiais não é tratada com a devida importância pelas organizações. Essa afirmação é também validada por Baco, Paiva e Lima (2006) que complementam que algumas indústrias não seguem à risca a BOM, gerando inconsistências e baixa acuracidade para o planejamento, produção e estoque.

A explicação para tal situação é relativamente de fácil compreensão, pois como o MRP irá utilizar os parâmetros da BOM para calcular a necessidade de materiais, caso a BOM esteja diferente da realidade, a necessidade de materiais resultará em um valor incorreto.

A Tabela 1 ajuda a entender melhor a situação mostrando a necessidade gerada no MRP para 10 unidades de um produto hipotético “X”. A necessidade gerada no MRP para cada componente será dada pela quantidade necessária cadastrada na BOM multiplicada pela quantidade planejada do produto final “X”.

Tabela 1 – Necessidade de materiais calculada pelo MRP para 10 unidades planejadas de um Produto “X”

Componentes do Produto “X”	Consumo na BOM	Consumo Real	Consumo na BOM para 10 Unidades do Produto “X”
A	2	1	20
B	2	2	20
C	2	4	20

Fonte: Autoria própria

Partindo do pressuposto que as necessidades geradas no MRP para cada componente serão as quantidades disponíveis para produção, é calculado na Tabela 2 a produção possível considerando o consumo real dos componentes do Produto “X” e o estoque restante de cada um.

Tabela 2 – Produção possível do produto “X” e estoque restante dos componentes

Componentes do Produto "X"	Consumo real	Quantidade Disponível	Produção Real Possível do Produto "X"	Estoque Restante
A	1	20	5	15
B	2	20	5	10
C	4	20	5	0

Fonte: Autoria própria

Em uma análise simples como demonstrada acima, pode-se perceber o impacto imediato de um erro na BOM para um setor PCP, visto que não será possível produzir a quantidade planejada de produto “X”, podendo resultar em um não atendimento de pedidos, perda de credibilidade com clientes e paralisação do setor produtivo. Aliado a isso, tem-se o fato de que os demais componentes ficarão com um estoque desequilibrado e sem possibilidade utilização até um novo recebimento dos componentes faltantes.

Ao estender a análise para os demais departamentos da organização, Fragoso (2012) conclui que falhas na BOM resultará em impactos negativos em quase todos os processos da companhia:

- custeio indevido de produtos;
- resultados financeiros inconsistentes;
- incoerência de estoques;
- faltas ou compras equivocadas de material;
- dificuldade de montagem e problemas de qualidade pela falta de materiais necessários para um correto funcionamento do item.

2.2.7 Impactos de um Estoque Maior que o Necessário

A geração de um estoque maior que o necessário por conta de um planejamento de necessidades incorreto irá resultar em custos adicionais de aquisição e de manutenção de estoque conforme as categorias estabelecidas por Ballou (2006).

A primeira delas, o custo de aquisição, representa os custos do próprio pedido de compra da matéria-prima, inspeções de recebimentos e demais custos associados à administração de um depósito. Ballou (2006, p 279) ainda complementa:

Ao se solicitar uma reposição de estoque, incorre-se em uma variedade de custos relacionados ao processamento, preparação, transmissão, manutenção e ao pedido de compra. Mais especificamente, os custos de aquisição podem incluir o preço, ou custo de fabricação do produto conforme as quantidades pedidas; o custo da preparação do processo de produção; o custo do processamento de um pedido pelos departamentos de contabilidade e compras; o custo de transmissão do pedido ao ponto de suprimento, normalmente pela utilização de correios ou meios eletrônicos; o custo do transporte do pedido quando as tarifas de transporte não fazem parte de compra dos produtos; e o custo de qualquer manuseio ou processamento dos produtos no ponto de recepção. (...) Alguns desses custos de aquisição são fixos por pedido e não variam de acordo com o tamanho do pedido. Outros, como transporte, produção e manuseio dos materiais, variam de acordo com o tamanho dos pedidos.

A próxima categoria, denominada custo de manutenção, são aqueles resultantes do armazenamento dos materiais. Chopra e Meindl (2002) afirmam que o custo de armazenagem é resultante do custo de capital, custo de armazenagem física e custo de obsolescência e depreciação do item. O autor Ballou (2006) subdivide a categoria em quatro classes:

a) Custo de espaço:

Referente ao volume ocupado no prédio de estocagem, ou em caso de armazém próprio, referentes aos custos operacionais do espaço (ventilação, iluminação, entre outros).

b) Custo de capital:

Relacionado ao custo do dinheiro imobilizado em estoque que poderia ser investido em outras aplicações.

c) Custo de serviços:

Resultam da necessidade de gastos com impostos e seguros.

d) Custo de risco de estocagem:

Relativo aos custos por deterioração, roubos, danos ou obsolescência, podendo ser estimados como perda direta do valor do produto, custo por retrabalho ou custo de reposição.

2.2.8 Impactos por Falta de Estoque

O custo relacionado a falta de matéria prima, ocasionado por um planejamento de necessidades errado decorrente de uma lista de materiais contendo quantidades diferentes da real, é classificado como custo de falta de estoque de acordo com as categorias definidas por Ballou (2006).

Ainda para o autor, o custo de falta de estoque pode ser dividido em venda perdida ou pedido atrasado. No primeiro caso, o cliente não aceita esperar um determinado prazo para produção e cancela o pedido, enquanto no segundo, o cliente aceita receber pedido mesmo com o atraso na entrega.

Cabe acrescentar que em ambos os casos pode ocorrer a perda e diminuição da credibilidade da organização perante os clientes, que podem recorrer a concorrentes, e até mesmo resultar em multas ou penalidades a depender do contrato estabelecido.

Slack, Chambers e Johnston (2009) entra em mais detalhes, enfatizando que os custos de falta de matéria prima contemplam também as ociosidades no processo produtivo, tanto por máquinas quanto por mão de obra paralisada.

3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA

3.1 Empresa

A organização em que o estudo de caso foi desenvolvido é uma grande empresa do setor têxtil localizada no interior do estado de São Paulo. Apesar de ser conhecida principalmente pela produção de meias, sendo líder no mercado brasileiro, a empresa possui um vasto catálogo de produtos tais como: roupas íntimas, pijamas, calças, blusas e roupas esportivas. Lembrando que os pijamas serão os produtos alvo deste estudo.

O plano de longo prazo (estratégico) da empresa é passar cada vez mais a fazer parte da indústria da moda, criando e produzindo produtos cada vez mais complexos e sofisticados. Para isso, foi estabelecido a troca de coleção duas vezes por ano, sendo uma no mês de janeiro e outra no mês de julho, de modo que os produtos estejam sempre alinhados com o desejo dos consumidores.

A produção da empresa visa atender tanto a demanda nacional como exportações, porém este último sendo uma fração relativamente pequena. Já os clientes podem ser divididos em três tipos: franquias, varejo e grandes organizações. A demanda por sua vez apresenta características de sazonalidade, com picos de consumo nos meses de lançamentos da coleção e próximos a datas comemorativas.

Por conta das flutuações da demanda e do tipo cliente atendido, o sistema produtivo atua como fabricação por encomenda (MTO - *Make to Order*) ou fabricação para estoque (MTS - *Make to Stock*).

Através da observação de problemas enfrentados pelo setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) da empresa, em sua maioria relacionados a falta de matérias-primas para produção mesmo com o planejamento tendo sido executado corretamente via sistema MRP, tornou-se evidente a necessidade de ser estabelecido um plano de ação.

Por meio de análise de dados e reuniões com analistas de planejamento e setores produtivos foi possível chegar conclusão de que os pijamas correspondem a classe de produto que enfrenta o maior problema de falta de material, principalmente de malhas, ocasionados por erros de consumo em suas listas de materiais. Portanto, foi decidido levar à diretoria uma proposta para iniciar uma revisão das listas de

materiais dos produtos presentes na coleção naquele momento. Entretanto, em um primeiro momento, a proposta foi negada.

Devido às flexibilizações das restrições impostas por conta da COVID-19 e um início da retomada econômica no país, a carteira da empresa aumentava diariamente, chegando a um ponto de ser necessário adotar medidas como a suspensão de vendas de alguns produtos por falta de capacidade produtiva. Nesse momento, foi novamente percebido pelo setor de PCP a dificuldade de elaborar um planejamento assertivo e entregar os pedidos no prazo, novamente por falta de insumos e com setor de pijama sendo o mais prejudicado.

3.1.1 Estrutura Organizacional

O detalhamento de como o PCP está inserido na estrutura organizacional da empresa e a definição do seu escopo de trabalho possui o objetivo de propiciar ao leitor o entendimento das atribuições e responsabilidades do departamento. Dessa forma, será possível a compreensão do fluxo de informações e processos internos.

A organização conta com um único departamento de PCP centralizado e que atua a partir plano estratégico definido pela diretoria. Cabe então ao departamento, a elaboração e execução dos planejamentos tático e operacional para todos os setores produtivos da empresa. Dentro de cada unidade produtiva, existem ainda um grupo de pessoas que estão em contato direto com o chão de fábrica e são responsáveis por realizar o controle da produção e realizar o alinhamento entre o setor produtivo e o PCP.

Durante a elaboração do planejamento, o PCP atua em sinergia com o departamento de vendas e de compras. Cabe ao PCP o estudo e definição da capacidade produtiva para cada classe de produto, guiando o departamento de vendas a fim de que esse limite não seja excedido. O departamento de compras também está em constante comunicação com o PCP para determinar as capacidades e prazos dos fornecedores de suprimentos de acordo com as necessidades estipuladas nos planejamentos.

3.1.2 Sistema Utilizado na Empresa

A empresa conta hoje com um *software* ERP de alto nível que engloba todos os processos e fluxos de informação da empresa. Através dele, é possível ter informações em tempo real de qualquer setor da empresa, de forma que o PCP realiza todas as atividades de planejamento com base em dados previamente cadastrados no sistema, como roteiros de produção e capacidade fabril e utilizando os relatórios de monitoramento de produção, vendas e estoques.

3.1.3 Planejamento

O planejamento tático é realizado mensalmente para todos os produtos da empresa através da elaboração do PMP para um horizonte de 3 meses. Isso significa que na realidade é sempre realizada uma revisão e refinamento para os 2 próximos meses, uma vez que os dados estarão mais precisos, e elaborado o planejamento para o 3º mês.

O horizonte de 3 meses no planejamento de produção também é essencial para algumas classes de produtos com *lead times* de matérias-primas mais altos, como é o caso dos pijamas, em que o *lead time* das malhas é de aproximadamente 45 a 60 dias no momento de elaboração deste estudo. Esse fato faz a realização dos pedidos de compras de malhas ser realizada sempre para o 3º mês do planejamento.

Embora seja normalmente uma atribuição destinada aos times de compra e marketing, é o departamento de PCP o responsável pela previsão de demanda na empresa em estudo. O método utilizado é o de média móvel simples e também é de realização mensal para um horizonte de 3 meses visto que será a base para determinação da necessidade produtiva.

A previsão de demanda é inserida no ERP, e através dela o sistema irá determinar a produção necessária de cada SKU (*Stock Keeping Unit*) para os 3 meses seguintes. De maneira simplificada, o *software* emprega um algoritmo em que a produção necessária é dada por:

$$PN = CA + PD - E - PA$$

Onde:

PN = Produção necessária;

CA = Carteira atual;

PD = Previsão de demanda;

E = Estoque no momento;

PA = Produção em andamento.

A produção necessária de todos SKU's corresponde a um primeiro PMP que deve ser analisado junto ao departamento industrial e de compras para verificar sua exequibilidade frente aos recursos necessários como máquinas, mão de obra e disponibilidade de matéria-prima.

Em um cenário onde o PMP resulte em uma produção que necessite de mais recursos que o disponível no momento, o PCP juntamente com os demais departamentos responsáveis devem estudar a viabilidade de políticas alternativas. Dentre elas estão a realização de turnos extras, subcontractações e até mesmo contratação de mão de obra e compra de maquinários em casos extremos, enquanto o departamento de compras busca novos fornecedores de insumos. Caso não seja realmente possível cumprir com o PMP, o mesmo deve ser ajustado até que seja obtido um viável de ser executado.

Em um panorama oposto, em que a capacidade é maior que a necessária, cabe novamente ao PCP avaliar políticas como adiantamento da produção ou adiantamento de férias dos colaboradores.

Depois de solucionadas as adversidades caso elas existam, o PMP é então aprovado. O próprio *software* irá realizar a criação de todas as ordens de produção necessárias. Neste mesmo momento acontece a execução do MRP, que irá utilizar as informações de consumo cadastradas nas listas de materiais para o cálculo de necessidades dos insumos conforme foi visto na revisão de literatura.

Como forma de observação, pode-se classificar os pijamas como itens de demanda independente, visto que a quantidade necessária de produção não depende de nenhum outro item, sendo simplesmente a quantidade determinada no PMP. As

malhas e demais matérias-primas são então os itens de demanda dependente, pois suas necessidades serão determinadas a partir da quantidade necessária de pijamas.

A partir daqui inicia-se a fase de planejamento operacional, em que o PCP atua realizando o sequenciamento e a liberação para produção dessas ordens de acordo com a necessidade de produção no momento. Para isso são avaliados fatores como níveis de estoque, pedidos em carteira, produção em andamento e a disponibilidade de recursos no momento.

As ordens geradas contêm todas as informações necessárias para a produção e para seu acompanhamento até que o produto final seja enviado ao depósito. Dentro de uma ordem estão definidos os SKU's, quantidades a serem produzidas, insumos necessários, datas de início e término de todas etapas necessárias, entre outros detalhes. O controle da produção deve acompanhar todo o processo de produção de uma ordem, pois em cada etapa são adicionadas informações referentes a refugos de produção e demais adversidades.

Deve-se salientar que apesar de todos as classes de produtos possuírem basicamente as mesmas etapas de planejamento, existem pequenas diferenças nos métodos de planejamento, programação e controle de cada um, devido principalmente aos diferentes processos produtivos característicos de cada tipo de produto.

3.2 Problema

Nesta seção será discutido a respeito do problema enfrentado com as faltas de matérias-primas para produção, o que gera grandes prejuízos para a empresa devido ao não atendimento de pedidos e ociosidade de máquinas e trabalhadores.

Cabe ressaltar que a situação enfrentada já era de conhecimento da empresa, porém era possível contorná-la de maneira informal ou com planos de ações emergenciais junto ao departamento de compras e fornecedores de matérias-primas. Entretanto, tais ações visavam apenas eliminar ou reduzir as consequências do problema e não atacar a sua causa raiz, e, portanto, não podem ser chamadas de solução.

Com a diminuição dos casos de Covid-19 proporcionado principalmente pela chegada das vacinas, as vendas da empresa em estudo começaram a aumentar e retomaram os níveis pré-pandemia. Todavia, não foram todos os setores da economia e empresas que conseguiram voltar a sua normalidade. O impacto da pandemia ainda

gerava consequências na cadeia de suprimentos, visto que além de capacidade reduzida, os fornecedores de insumos ainda contavam com *lead times* de entrega mais altos que o comum, fora o aumento considerável de preço.

Desse modo, o problema se agravou, resultando em diversos atrasos de pedidos e paralisação da produção, e como consequência, a diminuição do faturamento e perda da credibilidade com clientes, o que segundo a literatura, é denominado custo de falta de estoque.

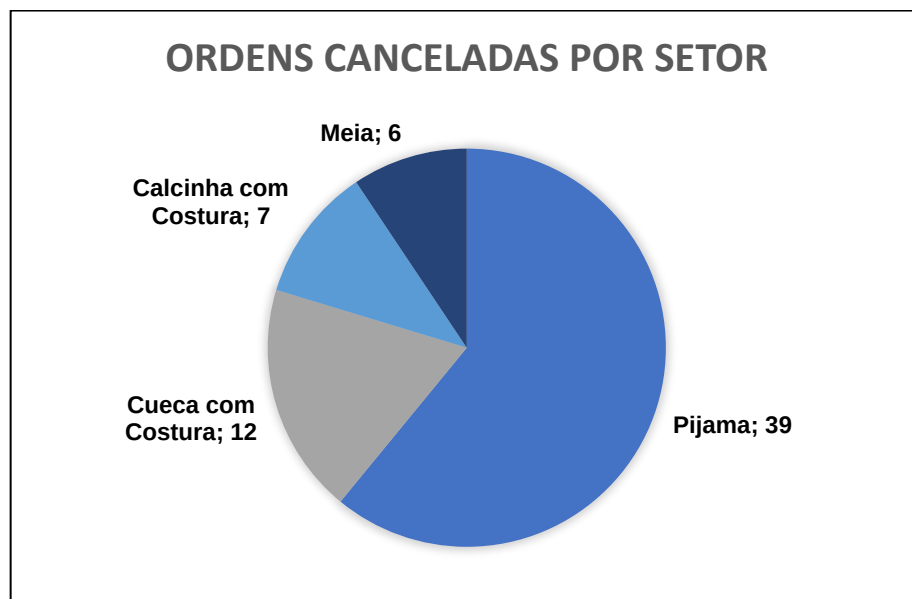
3.2.1 Identificação da Causa

Foi iniciado um monitoramento da situação, de modo que seria investigado sempre que uma ordem de produção era liberada pelo PCP e a produção ou almoxarifado acusavam que não existia os insumos necessários em estoque ocasionando o cancelamento da ordem de produção.

No período de um mês, ocorreram 64 casos de ordens recusadas por falta de matéria prima. O número aparenta não ser tão expressivo em primeiro momento, mas ao levar em consideração que uma ordem pode conter até 6.000 unidades de SKU's, é possível perceber a dimensão do problema em questão.

O gráfico da Figura 10 mostra a distribuição por setor das ordens liberadas para produção e que não possuíam matéria-prima disponível:

Figura 10 – Gráfico da distribuição de ordens canceladas por setor

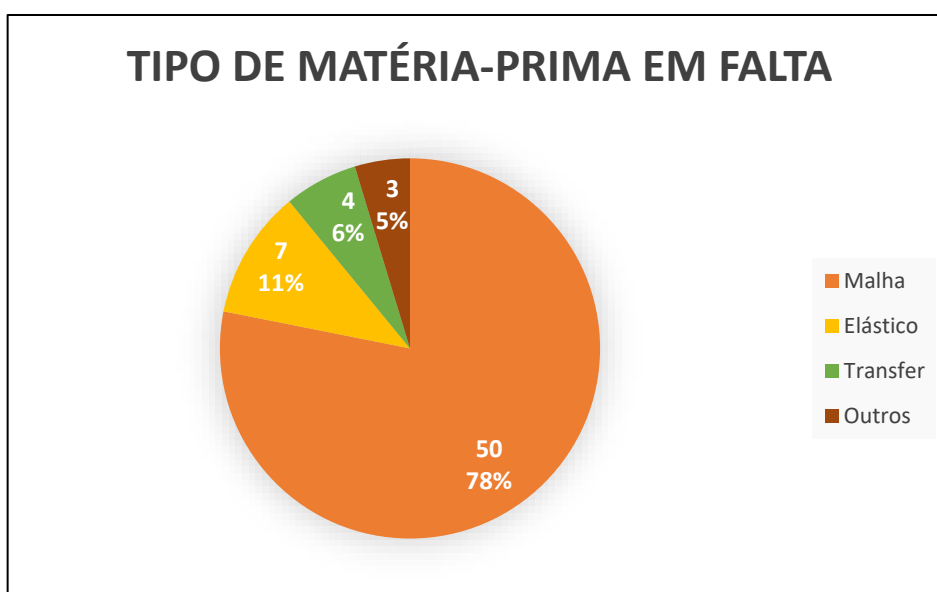


Fonte: Autoria própria

Fica claro, portanto, que os pijamas é o tipo de produto mais prejudicado na situação enfrentada. Além disso, em uma análise mais detalhada, já é possível inferir que provavelmente o maior problema está em apenas um tipo de matéria-prima: malhas. Isso porquê das 64 ordens canceladas, 58 são de produtos que utilizam malhas em sua composição (Pijamas, calcinhas com costura e cuecas com costura). Apesar de meias apresentar um resultado próximo das calcinhas com costura, deve ser levado em consideração que mais da metade da produção da empresa em unidades absolutas são de meias, tornando a quantidade de ordens canceladas proporcionalmente menores. Ademais, não houveram problemas de ordens recusadas nos demais setores que não utiliza malhas como insumos.

É possível comprovar essa observação a partir do gráfico da Figura 11.

Figura 11 – Gráfico da distribuição por tipo de matéria-prima em falta nas ordens canceladas

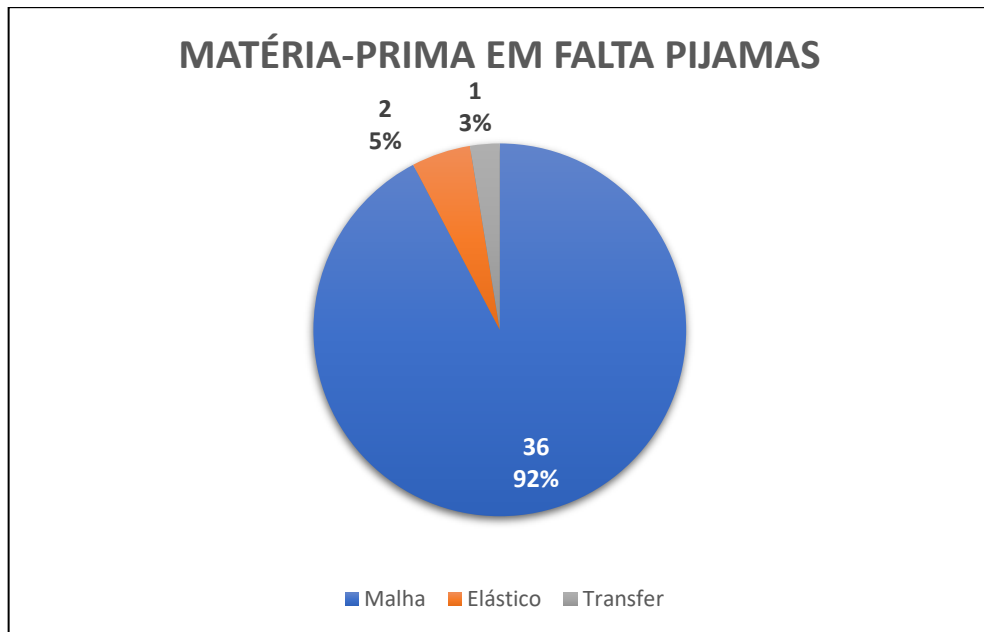


Fonte: Autoria própria

Desse modo, é possível concluir que a situação estudada afeta principalmente o setor de pijamas em decorrência da falta de malhas para produção.

Apenas para validar a conclusão acima, o gráfico da Figura 12 apresenta a distribuição de matéria-prima em falta somente nas ordens canceladas de pijamas.

Figura 12 – Gráfico da distribuição por tipo de matéria-prima em falta nas ordens canceladas de pijamas



Fonte: Autoria própria

Com o intuito de analisar mais profundamente e compreender as variáveis envolvidas no cancelamento das ordens, o próximo passo para identificação da causa do problema foi investigar o motivo que fizeram as 36 ordens de pijamas com falta de malha serem recusadas na produção. Como resultado, foram encontrados 3 cenários nas ordens analisadas:

a) Erro na liberação da ordem:

O estoque de malha que constava no sistema não era suficiente para produção de acordo com a lista de materiais do produto, de forma que a ordem de produção não deveria ter sido liberada.

b) Quantidade de matéria-prima em estoque no sistema era maior que a real:

Constava no sistema uma quantidade de matéria-prima que não existia fisicamente no almoxarifado. Evidenciando um erro no controle de entrada e saída de materiais no depósito.

c) Quantidade pedida pela lista de materiais não foi suficiente:

Era enviado para produção a quantidade de malha separada de acordo com a lista de materiais, porém ao iniciar o processo de enfiar para corte, era verificado que a malha não seria suficiente para executar a ordem de produção e não havia disponível em estoque a quantidade necessária para complementar o processo.

Dentre as 36 ordens analisadas, 33 ocorrências de cancelamentos de ordens de produção correspondem ao cenário “c”, enquanto os cenários “b” e “a” apresentaram 2 e 1 ocorrências respectivamente.

A conclusão, portanto, foi que o principal responsável pela recusa das ordens de produção em pijamas era a lista de materiais que não apresentava uma acuracidade adequada.

Conforme visto na literatura, a BOM é um dos elementos chaves utilizadas para cálculo do MRP, o que gera a compra ou produção incorreta de insumos, e que ao estender a análise para todo o sistema produtivo, ocasiona a diminuição do índice de atendimento de pedidos, desvios de produção e perda de credibilidade frente aos concorrentes.

Outra análise que pode ser feita é a ocorrência de situações em que mesmo que a quantidade necessária real para executar a ordem de produção fosse maior que a determinada pela lista de materiais, a ordem não foi cancelada por haver a necessidade complementar em estoque. Nesse caso, é feito o cálculo da quantidade necessária complementar e é realizada uma requisição extra de malha para concluir a ordem.

3.2.2 Abordagem

A proposta inicial do PCP foi sugerir para a equipe de desenvolvimento de produtos a revisão das listas de materiais de pijamas com foco nas malhas, e caso o problema fosse solucionado, a revisão poderia ser estendida para outras classes de produtos e materiais.

No entanto, tal proposta acabou sendo negada pela empresa, uma vez que conforme já definido pela literatura, a lista de materiais é utilizada também para o cálculo de custeio dos produtos. Desse modo, a empresa não estava disposta a alterar a precificação de seus produtos em um primeiro momento, sobretudo se for levado

em consideração que a malha representa aproximadamente 40% do custo de um pijama.

Foi definido que o PCP realizaria um estudo para demonstrar as consequências que estavam sendo geradas pela baixa acuracidade das listas de materiais, não só para o custo não previsto de produção, mas também para o atendimento de pedidos por conta de um planejamento de necessidade de materiais incorreto. Cabe lembrar que esse erro de planejamento não gera somente a escassez de matéria-prima, mas também pode gerar necessidade desnecessária, o que resultará em custo de armazenagem de estoque.

A partir das análises anteriores e reuniões com analistas e planejadores, ficou definido que o estudo seria realizado no setor de pijamas analisando essencialmente o problema com a falta de malha para produção. Apesar de ter existido ordens canceladas pela falta de outros itens nas ordens analisadas anteriormente, as malhas são as que tiveram maior incidência de falta de estoque, além disso, apresentam o maior custo de aquisição e maior *lead time* dentre as matérias-primas, cerca de 45 a 60 dias, enquanto materiais de costura e embalagem possuem *lead times* aproximados de 15 dias.

Ademais, o problema não podia ser controlado inicialmente apenas aumentando os volumes de malhas comprados sem um estudo efetivo para conseguir atender a carteira de pedidos, isso porque além de possuir alto custo frente aos demais insumos, as malhas também ocupam um grande espaço físico no estoque, que na empresa estudada, corresponde 30% do espaço do almoxarifado.

3.3 Setor de Pijama

Devido à flexibilização das medidas restritivas quanto a pandemia de Covid-19, a empresa enxergou a oportunidade de expandir sua parcela de mercado e apostar no setor de pijamas. Como forma de suprir a demanda aumentada, a empresa buscou realocar funcionários para o setor, investir em máquinas de costura e a realização de parcerias com subcontratação de terceiros.

No início de 2021 a capacidade produtiva era de cerca de 3.000 unidades de pijamas por dia. Sendo todo o corte de malha realizado internamente, e uma costura de 1.500 unidades interna e 1.500 unidades em empresas subcontratadas. Já na metade de 2021, a produção aumentou em cerca 80%, passando a 5.500 unidades

diárias. Todos os cortes continuaram sendo realizados internamente, com a costura de 2.200 pijamas sendo realizada na própria empresa e 3.300 pijamas sendo costurados em empresas subcontratadas.

O processo produtivo de um pijama na empresa acontece majoritariamente em dois setores. O primeiro deles é o corte, responsável por cortar as malhas, que chegam em rolos, nos moldes desejados. Posteriormente, as peças cortadas são enviadas para o setor chamado de confeccionados, onde as peças são costuradas e embaladas.

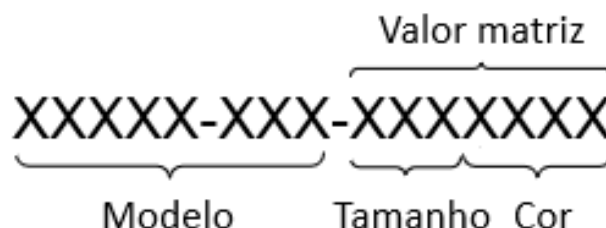
Apenas como forma de observação, é necessário expor que um pijama compartilha algumas etapas produtivas com outros tipos de produtos por conta de semelhanças no roteiro produtivo. Todos os produtos que utilizam malhas para sua confecção são cortados na mesma unidade de corte, são eles: pijamas, cuecas com costura, calcinha com costura, blusas com costura, calças com costura, e alguns tipos de sutiãs.

3.3.1 Definições Importantes

Para prosseguir com o estudo, é necessário realizar algumas definições que serão úteis essenciais para proporcionar o entendimento das etapas produtivas de um pijama e para os cálculos que serão realizadas a fim de demonstrar as consequências que uma BOM incorreta pode gerar para uma organização.

Na empresa estudada, cada SKU de pijama é representado pela sequência de 15 dígitos. Conforme pode ser visto na Figura 13, os 8 primeiros dígitos representam o produto ou modelo do pijama, de modo que um mesmo modelo pode possuir diversos tamanhos e cores disponíveis. Os 3 dígitos seguintes caracterizam o tamanho do pijama, enquanto os 4 últimos dígitos correspondem sua cor. O conjunto de dígitos composto pelo tamanho e pela cor de um pijama é denominado valor matriz.

Figura 13 – Definição do código de um SKU na empresa



Fonte: Autoria própria

Para exemplificar, o SKU 28000-001-1309990 é um pijama do modelo 28000-001, no tamanho 130 e cor 9990. O valor matriz desse SKU é 1309990.

É importante ainda definir a classificação das matérias-primas utilizadas na confecção de um pijama. O primeiro tipo de matéria-prima é justamente as malhas utilizadas na confecção, cuja unidade de medida correspondente é Quilograma (Kg) e sendo adquirida em rolos. O segundo grupo de materiais é denominado de aviamentos, que são basicamente materiais para confecção de detalhes e realização da própria costura. Como exemplo de aviamentos pode-se citar: elásticos, fios e linhas de costura, laços, estampas, tampografia, botões, selos e etiquetas. Já o último grupo refere-se aos materiais de embalagem, como almas, solapas e o próprio saquinho de embalagem.

Outra observação que deve ser feita, é que na maioria dos pijamas é utilizado dois tipos de malha de uma mesma cor. Uma delas é utilizada normalmente para fazer a parte da frente, costas e magas do pijama. Já a outra malha é denominada de ribana ou de punho. Esse tipo de malha é utilizado para a confecção de golas, barra das mangas, do corpo do pijama e das calças, além de ser utilizada para fazer punhos.

A ribana possui como característica a utilização de elastano em sua composição e por ser produzida em máquinas de dupla frontura, a ribana aparenta ser um tecido mais encorpado que os demais por conta de ser uma malha dupla.

Figura 14 – Diferentes tipos de malhas na composição de um pijama



Fonte: Adaptado do catálogo da empresa

Como pode ser visto na Figura 14, esses dois tipos de malha quando utilizados na mesma cor em um mesmo produto, precisam que os tons estejam muito próximos um do outro. Normalmente, essa proximidade de coloração só é atingida quando as malhas pertencem a um mesmo lote de fabricação, ou seja, se foram tingidas juntas.

Esse fato ocasiona outra grande preocupação a respeito do planejamento de necessidade de materiais, pois caso a lista de materiais não apresente a correta proporção de utilização dos dois tipos de malhas com precisão, ou esteja incorreta somente para uma das malhas, resultará em uma compra de malhas que fará com que uma delas se esgote antes da outra. De modo que a malha sobressalente não poderá mais ser utilizada, uma vez que dificilmente será possível obter a malha complementar exatamente na mesma tonalidade, exceto se houver outro modelo de pijama ou produto que utiliza a mesma malha separadamente.

3.3.2 Processo Produtivo

Esta seção é dedicada para apresentar uma breve descrição das etapas de produção necessárias para confeccionar um pijama. Cabe ressaltar que, dependendo do modelo, pode haver etapas adicionais ou pequenas diferenças de execução. Porém, para o objetivo deste estudo, não será necessário detalhar profundamente cada etapa.

3.3.2.1 Programação da Produção

Com as ordens de produção já criadas pelo sistema ERP a partir da elaboração do PMP e considerando que a empresa estudada emprega duas estratégias de produção, MTO e MTS, cabe ao programador avaliar a carteira de pedidos, o PMP e níveis de estoque para definir a programação e o sequenciamento da produção.

Ao mesmo tempo, deve ser verificado se existe disponível no sistema a quantidade de insumos suficientes para o produto que deseja-se produzir.

Caso seja possível a fabricação, a ordem de produção é liberada e é iniciado de fato o processo produtivo.

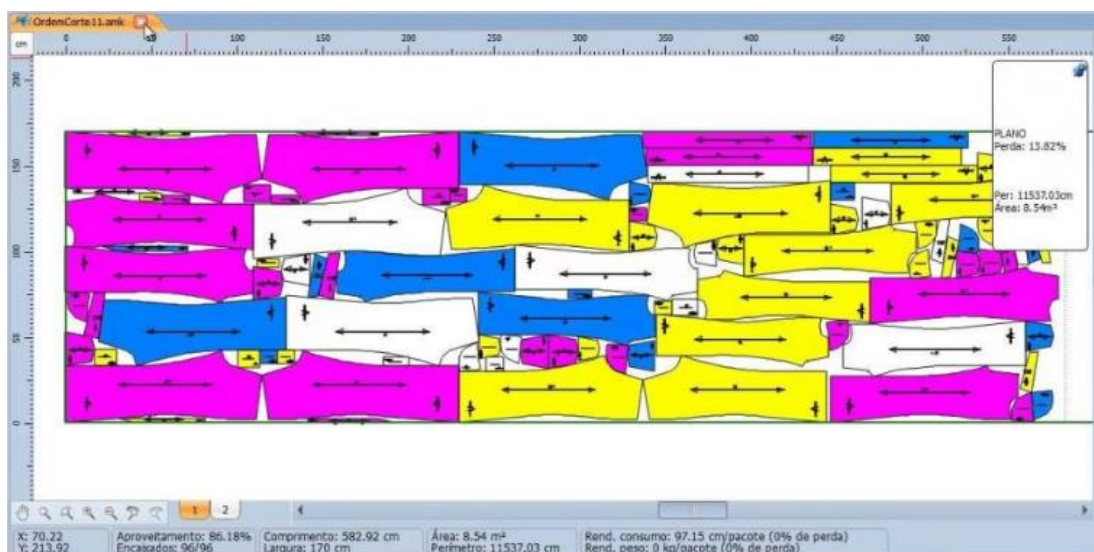
3.3.2.2 Geração do Risco para Enfesto

No momento que ordem de produção é liberada pelo PCP, o setor de corte inicia a preparação para o corte da malha. O primeiro passo é consultar no sistema as informações e detalhes da ordem liberada.

Será verificado o produto, cor, e quantidade por tamanho referente à ordem. Esses dados serão inseridos no *software* responsável por elaborar o risco do enfesto de acordo com a modelagem cadastrada, que é um desenho de como a malha deve ser cortada para posteriormente ser costurada e dar origem ao produto final.

A Figura 15 apresenta um exemplo de risco gerado para corte.

Figura 15 – Risco para corte gerado no software utilizado pela empresa



Fonte: Audaces

Como as peças não são simétricas e possuem formas e tamanhos variados, o *software* busca organizar as peças de modo a obter o melhor aproveitamento possível da malha.

Após a elaboração do risco, o arquivo é salvo e será enviado para a máquina de corte no momento que estiver tudo pronto para o início do processo de corte.

3.3.2.3 Separação e Reserva das Malhas e Aviamentos

Ao mesmo tempo em que risco está sendo gerado, o almoxarifado inicia o processo de separação das malhas e aviamentos, utilizando para isso o consumo planejado presente na ordem de produção. Pelo fato de as quantidades de malhas separadas ocuparem um volume considerável, elas são mantidas no depósito para não ocupar o espaço da unidade de corte e evitar transtornos com a produção em andamento.

Momentos antes do setor de corte iniciar o enfesto das malhas de uma ordem, é solicitado o envio das malhas pelo almoxarifado.

3.3.2.4 Enfesto e Corte

O enfesto consiste em estender a malha ou tecido em várias camadas de modo que permita o corte simultâneo de várias peças conforme pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Enfesto de malha para corte



Fonte: Audaces

O risco gerado anteriormente irá definir a largura, comprimento e número de folhas que o enfesto deverá ter. Além disso, a máquina de corte irá realizar o corte das peças seguindo todos os dados e parâmetros de modelagem das peças que foram utilizados na elaboração do risco.

É válido salientar que é nesta etapa que ocorre a identificação do problema relacionado a falta de malhas devido aos erros da BOM. Pois caso a quantidade separada de malha esteja incorreta, haverá dois cenários possíveis:

a) Quantidade separada de malha não é suficiente para realizar o enfesto:

Nesse cenário, o PCP é informado da situação, e juntamente com o setor de corte, realiza um cálculo aproximado da quantidade de malha necessária para concluir o enfesto. Caso exista em estoque a quantidade necessária, o PCP faz uma requisição de malha extra para completar a ordem.

Em situações que não tenha disponível em estoque a quantidade de malha complementar, a ordem pode ser cancelada pelo PCP, ou em casos em que a

necessidade extra é relativamente pequena (menos que 10% do total), pode ser autorizado o corte daquela ordem mesmo que incompleta.

b) Quantidade separada de malha é maior que a necessária:

Caso exista uma sobra de malha depois da realização do enfesto, o PCP também é informado e realiza o seu estorno para o estoque.

Partindo do pressuposto que foi possível a realização do enfesto, o arquivo gerado no *software* de modelagem é então carregado na máquina de corte automática e o processo de corte é iniciado. Ao final, todas as peças cortadas são separadas em caixas e enviadas a unidade do confeccionados.

Antes das peças entrarem nas células de costura, o confeccionados autoriza o envio dos aviamentos e materiais de embalagem, que são separados e enviados pelo almoxarifado

3.3.2.5 Costura e Embalagem

Já no setor do confeccionados, se o modelo de pijama utilizar tampografia ou alguma estampa diferenciada em sua confecção, as peças são encaminhadas para a linha de produção que contém as máquinas próprias para a aplicação. Posteriormente, ou caso o modelo não possua essa característica, as peças cortadas são introduzidas nas células de costura. É também durante o processo de costura que são aplicados aviamentos como elásticos, lacinhos, botões, selos, etiquetas, dentre outros.

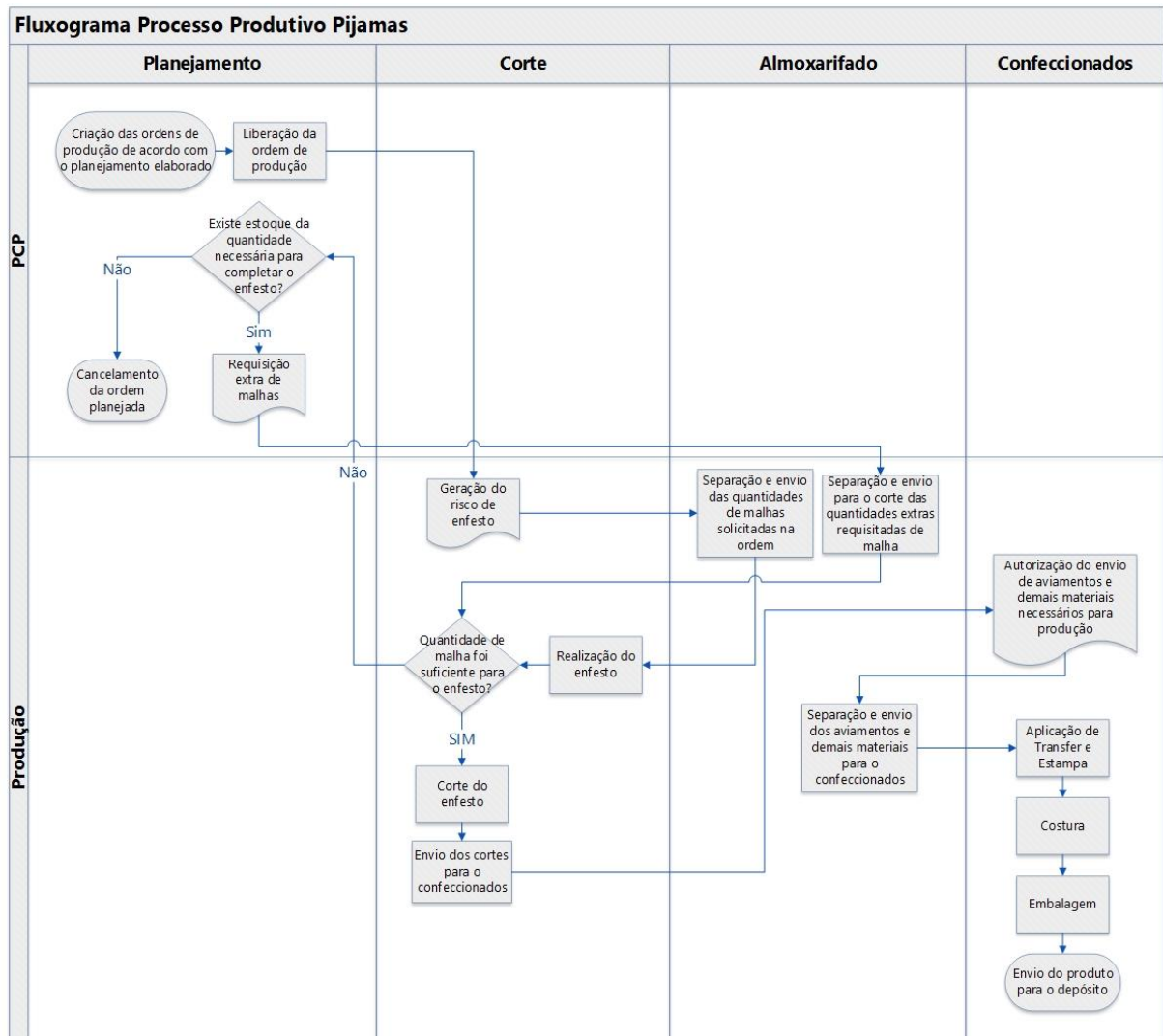
Os pijamas já costurados passam por uma célula responsável por fazer o controle de qualidade, eles então são inspecionados quanto as suas medidas e possíveis defeitos de costura. Por fim, em outra célula, os pijamas são dobrados, embalados e colocados em caixas para serem enviados ao depósito de produtos acabados.

3.3.2.6 Fluxograma

Na Figura 17 é apresentado um fluxograma básico das etapas de produção de um pijama a partir da elaboração do PMP conforme as explicações dadas ao longo

desta seção. O intuito é facilitar a compreensão do leitor acerca dos processos, documentos e decisões envolvidas no processo produtivo.

Figura 17 – Fluxograma do processo produtivo de um pijama na empresa



Fonte: Autoria própria

4 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

4.1 Coleta de Dados

A coleta de dados para a realização do estudo foi efetuada através do histórico e dados armazenados e cadastrados no sistema ERP da empresa.

O passo inicial é coletar os dados das ordens de produção passadas. Como foi visto na seção 3.1.3, as ordens de produção apresentam informações como o consumo planejado pela BOM e o consumo real utilizado na produção. A partir da coleta de uma grande amostragem de ordens, será possível realizar o cálculo do consumo real médio de malha por modelo de pijama, minimizando erros de produção ou aleatórios, e assim, compara-lo à lista de materiais.

Em seguida, é necessário obter o custo de cada malha. A partir da diferença do consumo real realizado e do consumo planejado pela BOM em cada ordem, será descoberto o custo em excesso ou não previsto de consumo de malha em cada modelo de pijama.

Para finalizar a coleta de dados, será carregada uma base de dados com o planejamento de produção de pijamas realizado para meses futuros. Ele será utilizado primeiramente para realizar o MRP de acordo com a BOM e em seguida, calcular o MRP considerando os dados de consumo real médio calculado anteriormente. Essas necessidades de materiais serão então comparadas. Partindo do pressuposto que o departamento de compras consiga suprir toda a necessidade de materiais gerada no MRP da empresa, que segue a BOM, será determinado a quantidade de pijamas que poderia ser produzido na realidade e o estoque restante de malha, demonstrando o efeito de uma lista de materiais incorreta para o planejamento de uma empresa.

4.1.1 Ordens de Produção

4.1.1.1 Período de Análise

Como o objetivo é calcular o consumo real de malha dos produtos, uma vez que foi identificado os erros nas listas de materiais, quanto maior a amostragem de ordens de produção finalizadas, maior será a acuracidade do cálculo pois será minimizando desvios ocorridos na produção e erros aleatórios.

Dessa forma, foi definido um prazo de análise de 6 meses, o que resultou em uma base de dados de 684 ordens de produção que representaram 456.880 pijamas produzidos, já eliminando as ordens que não puderam ser incluídas na análise devido a alguns critérios que serão descritos a seguir.

4.1.1.2 Informações Coletadas

Dentro das ordens de produção analisadas, foram coletadas as seguintes informações:

- modelo do produto;
- valor matriz;
- quantidade planejada;
- quantidade produzida;
- matéria-prima;
- consumo planejado;
- consumo real.

Os dados acima permitirão realizar os cálculos necessários para as análises previstas.

Para o campo de matéria-prima, foi utilizado um filtro para trazer informações somente de malhas, que são as matérias-primas utilizadas como objeto de estudo. Dessa forma, o campo matéria-prima pode ser renomeado para “malha”.

4.1.1.3 Critérios de Exclusão

Em casos em que as ordens não apresentavam os dados preenchidos corretamente ou constavam valores que claramente não estavam corretos por estarem muito fora da realidade, tais ordens foram analisadas individualmente. Em algumas delas foi possível realizar uma simulação da ordem para obter os valores reais de consumo de malha. Em outras, faltavam informações críticas, como a quantidade de produtos finalizados, dessa forma, foram desconsideradas na análise.

Outro fator que fez com que as ordens não fossem consideradas na análise é no caso em que a quantidade finalizada (produzida) de pijamas é menor que a

quantidade planejada. Esse cenário pode ocorrer devido a refugos na própria produção ou em situações em que a malha não foi suficiente para completar a ordem, mas o PCP autorizou sua produção em quantidade menor. Nessa situação, a ordem deve ser suprimida da análise pois o consumo real de malha será aquele realizado para a quantidade de pijamas realmente produzidos, enquanto o consumo necessário calculado na ordem, será referente a quantidade planejada.

4.1.2 Dados de Planejamento

4.1.2.1 Período de Análise

O estudo procura demonstrar o impacto que uma BOM incorreta causa no planejamento de produção, para isso foi determinado que seria utilizado os próprios dados gravados no planejamento da empresa de modo a simular os efeitos que a BOM incorreta ocasionaria nessa situação.

Visto que a empresa em estudo realiza o PMP para os 3 meses futuros, existe um intervalo de tempo entre o início da produção e o esgotamento de uma malha antes do previsto, e considerando que os *lead times* do pedido e entrega de malhas no momento de realização do estudo giravam e torno de 45 a 60 dias, pode-se considerar que uma compra errada de malha afetaria todo o planejamento, de modo que o horizonte de tempo do planejamento considerado na análise foi de 3 meses.

4.1.2.2 Informações Coletadas

Foram então coletadas as seguintes informações para cada mês de planejamento:

- modelo do produto;
- valor matriz;
- produção necessária.

4.1.3 Coleta de Preços das Malhas

Os preços de aquisição das malhas utilizados foram os valores cadastrados no ERP da empresa. Essa informação será crucial para determinar os custos não previstos de produção e na precificação dos produtos.

4.2 Análise dos Dados

4.2.1 Determinação de Erros da Lista de Materiais

Para a determinação dos erros da lista de materiais, deve-se inicialmente realizar uma ressalva. Na empresa estudada, uma ordem de produção normalmente contém apenas um modelo de um produto e com uma única cor. Porém, na grande maioria das vezes a mesma ordem possui mais de um tamanho do produto a ser produzido.

Para cada tamanho será realizado o cálculo de consumo de materiais utilizando os dados da BOM, entretanto, no campo de consumo real de materiais, a quantidade não é distribuída proporcionalmente entre os tamanhos, pois no caso dos produtos que utilizam malhas, é gerado apenas um risco para todos os tamanhos, não sendo viável determinar a quantidade exata do enfiesto que foi realizado para cada tamanho.

Na Figura 18 é possível observar um exemplo da situação relatada acima. Os tamanhos 140 e 150 da ordem 52170-21 apresentam o consumo real exatamente igual o consumo planejado, enquanto apenas o tamanho 160 apresenta uma necessidade de malha maior que a planejada.

Figura 18 – Dados de uma ordem de produção

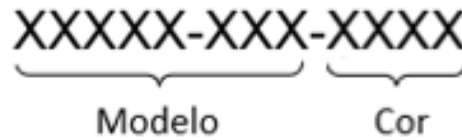
Ordem	Produto	Valor Matriz	Quantidade Planejada	Quantidade Produzida	Malha	Consumo Planejado	Consumo Real
52170-21	24346-001	1406020	200,000	200,000	1200003501	21,279	21,279
52170-21	24346-001	1506020	200,000	200,000	1200003501	23,983	23,983
52170-21	24346-001	1606020	200,000	200,000	1200003501	26,843	52,128

Fonte: Adaptado da empresa

Tendo isso em mente, a solução adotada foi agrupar todos os tamanhos da ordem e considerar somente a quantidade total de consumo da ordem. Desse modo, a partir deste momento o SKU pode ser considerado como uma sequência de 12 dígitos, representando apenas o modelo e cor do produto como mostra a Figura 19,

de forma que o consumo real será calculado por modelo e cor de produto, que será uma aproximação da média dos consumos reais por tamanho.

Figura 19 – Adaptação do código de um SKU para utilização no estudo



Fonte: Autoria própria

O primeiro passo para iniciar a análise consiste em filtrar somente as malhas, que são os objetos de estudo, no campo de matéria-prima.

Para a determinação do erro da BOM é preciso agrupar todas as ordens de produção que possuem o mesmo SKU. Em seguida, é calculado o somatório do consumo planejado dessas ordens para cada malha conforme demonstrado abaixo:

$$CPT_t = \sum_{i=1}^n CP_i$$

Onde:

CPT_t = Consumo planejado total para um período t;

CP_i = Consumo planejado para a ordem de produção i

Da mesma forma, para encontrar o consumo real total de malha para as mesmas ordens basta realizar o somatório:

$$CRT_t = \sum_{i=1}^n CR_i$$

Onde:

CRT_t = Consumo real total para um período t;

CR_i = Consumo real para a ordem de produção i

Dividindo as somatórias encontradas para cada malha pelo total de unidades produzidas daquele SKU são obtidos os consumos médio real e planejado para cada malha de um determinado SKU.

O consumo médio planejado é dado por:

$$CMP = \frac{CPT_t}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

Onde:

CMP = Consumo médio planejado;

CPT_t = Consumo planejado total para um período t;

Q_i = Quantidade produzida na ordem de produção i

De maneira similar, para determinar consumo médio real basta aplicar o consumo real total na fórmula conforme:

$$CMR = \frac{CRT_t}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

Onde:

CMR = Consumo médio real;

CRT_t = Consumo real total para um período t;

Q_i = Quantidade produzida na ordem de produção i

Para finalizar, a diferença entre o consumo médio real e o consumo médio planejado será o erro da BOM para uma determinada malha em um determinado pijama que é obtido por:

$$ErroBOM = CMR - CMP$$

Onde:

ErroBOM = Erro no consumo lista de materiais;

CMR = Consumo médio real;

CMP = Consumo médio planejado;

Deve-se então repetir os procedimentos para todas as malhas de cada SKU de pijama.

4.2.2 Determinação do Custo Não Previsto de Produção

Para a determinação do custo não previsto pela empresa referente ao consumo de malha nos 6 meses de produção analisados, é utilizada a fórmula a seguir para cada malha em cada SKU analisado:

$$CN_t = \sum_{i=1}^n ((CR_i - CP_i) \times P)$$

Onde:

CN_t = Custo não previsto pela empresa no período t;

CR = Consumo real para a ordem de produção i;

CP = Consumo planejado para a ordem de produção i;

P = Preço da malha

O preço de cada malha em um SKU é multiplicado por todas as diferenças de seus consumos reais e planejados nas ordens analisadas. Ao realizar o somatório dos valores encontrados, pode-se obter o custo total não previsto de produção pela empresa no período de análise.

A partir dos valores encontrados, é possível descobrir o custo não contabilizado de produção aproximado para cada unidade de pijama. Primeiro, deve-se aplicar a fórmula abaixo para cada malha em todos os SKU's:

$$CNP = \frac{CN_t}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

Onde:

CNP = Custo não contabilizado por unidade do produto;

CN_t = Custo não previsto pela empresa no período t ;

Q_i = Quantidade produzida na ordem de produção i

Por fim, basta realizar a somatória dos valores encontrados para cada SKU. O resultado encontrado será uma aproximação do custo não previsto por cada SKU, afetando diretamente na precificação do produto e na margem de lucro do mesmo.

4.2.3 Comparação Planejamento Gravado e Executável

A última etapa consiste em realizar uma simulação que permitirá analisar o impacto que uma lista de materiais incorreta gera no planejamento de produção.

Primeiro, deve-se efetuar um cálculo de MRP para determinar a necessidade bruta de material para cada SKU de pijama utilizando, como dados de entrada, a quantidade de produção necessária nos 3 meses de planejamento analisados conforme definido anteriormente, e os dados de consumo de malha da lista de materiais.

Apesar de a empresa contar com uma BOM individual para cada tamanho do pijama analisado, o consumo utilizado será o consumo médio planejado (CMP)

calculado anteriormente. Isso se deve ao fato de não ser possível determinar o consumo real de malha para cada tamanho de um pijama. De modo, que para a simulação apresentar uma comparação mais assertiva, será desconsiderado variações de consumo por tamanho.

A necessidade bruta planejada de material para cada malha de cada SKU pode ser calculada por:

$$NBP_t = PN_t * CMP$$

Onde:

NBP_t = Necessidade bruta planejada em um período t;

PN_t = Produção planejada do produto para o período t;

CMP = Consumo médio planejado

A NBP_t será, portanto, uma aproximação bastante fiel à necessidade bruta que o *software* MRP irá calcular para o período.

Para prosseguir com o estudo, deve-se adotar a hipótese de que foi possível o departamento de compras obter a NBP_t de todas as malhas de forma que o estoque disponível seja a própria NBP_t .

Em seguida, para determinar a quantidade de pijamas que poderiam ser produzidos na realidade com o estoque de malha disponível tem-se:

$$PP = \frac{NBP_t}{CMR}$$

Onde:

PP = Produção possível real;

NBP_t = Necessidade bruta planejada em um período t;

CMR = Consumo médio real

O procedimento deve ser repetido para todas as malhas de cada SKU de pijama, de modo que se o SKU possuir mais de uma malha em sua composição, a PP adotada será a de menor valor.

Para finalizar o estudo, se não for possível produzir a quantidade planejada de pijamas na realidade, pode-se calcular o estoque restante de malhas para cada SKU caso ele exista. Para isso, é utilizada a fórmula:

$$ER = NBP_t - PP * CMR$$

Onde:

ER = Estoque restante;

PP = Produção possível real;

NBP_t = Necessidade bruta planejada em um período t ;

CMR = Consumo médio real

Se multiplicar o ER da malha pelo seu preço P , é obtido o valor que ficará no estoque da empresa conforme é mostrado a seguir:

$$CE = ER * P$$

Onde:

CE = Valor restantes em estoque

ER = Estoque restante;

P = Preço da malha

A somatória dos valores encontrados para cada malha representa o valor total de malha que ficará no estoque da empresa se utilização até a chegada das demais malhas utilizadas no SKU analisado.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa do trabalho, a partir dos dados coletados, foram aplicados os métodos descritos no capítulo 4 para analisar a situação atual da empresa.

Destaca-se que a coleta e análise dos dados se deram majoritariamente no decorrer do mês de setembro de 2021. Os meses de abril de 2021 até setembro de 2021 forneceram o histórico de ordens de produção, enquanto os planejamentos realizados para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2021 serviram para realizar a simulação dos efeitos causados pela situação enfrentada. O preço das malhas utilizados são aqueles cadastrados no momento de elaboração do estudo.

Portanto, este capítulo será dividido em partes, seguindo as etapas da metodologia. A ideia é demonstrar os variados impactos causados por erros na BOM não somente para o planejamento e controle da produção, mas como ela influencia na gestão da empresa como um todo.

5.1 Erro das Listas de Materiais

A determinação dos erros das listas de materiais (*ErroBOM*) é o primeiro passo para conseguir demonstrar os prejuízos resultantes para a organização. Cabe salientar que existem 76 SKU's diferentes analisados, todavia, grande parte deles contém mais de 1 malha em sua composição, tornando longa a apresentação dos resultados individuais.

Portanto, para facilitar a compreensão por parte do leitor, os erros encontrados para cada malha em cada SKU são mostrados no Apêndice A para caso seja necessário verificar os resultados obtidos individualmente. Determinar o erro existente na lista de matérias dos produtos analisados permitirá posteriormente demonstrar a impossibilidade de executar na prática o PMP elaborado. Na Tabela 3 são apresentados apenas as somatórias dos resultados encontrados.

Tabela 3 – Consumo não previsto de malhas devido a erros na BOM

Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado Total (Kg)	Consumo Real Total (Kg)	Consumo Não Previsto (Kg)
456.880	174.267,497	216.542,685	42.275,188

Fonte: Autoria própria

O consumo planejado total (CPT_t) de malha para as ordens analisadas no período de 6 meses ficou em torno de 174 toneladas, enquanto o consumo real total (CRT_t) foi de aproximadamente 216 toneladas, uma diferença de 42 toneladas ou 24%. O impacto que essa diferença pode gerar para o planejamento e no custo de produção da empresa será detalhado nas seções seguintes.

A primeira discussão que deve ser realizada é que, conforme pode ser observado no Apêndice A, todas as malhas em todos os pijamas apresentam um consumo médio real (CMR) de malha maior que o informado em suas respectivas listas de materiais (CMP). Tal fato evidencia a existência de não apenas erros aleatórios, mas indica possivelmente um erro sistemático na própria metodologia de elaboração da lista de materiais.

Juntamente com o departamento de desenvolvimento de produtos, foi analisado o processo de elaboração da BOM para um pijama em desenvolvimento que será lançado na próxima coleção. O método utilizado para determinação da quantidade de malha necessária consiste em, a partir das peças cortadas, realizar suas pesagens. Entretanto, não é pesado juntamente os refugos de malha do corte.

Conforme foi visto na seção 3.3.2.2, no risco de corte gerado, as peças quase sempre não se encaixam perfeitamente umas nas outras, ou seja, irá existir espaços vazios no risco que resultarão em refugos após o corte do enfiesto, sendo esse o principal motivo do erro das listas de materiais.

Outro ponto de atenção é na Tabela 4, onde é observado que dentre os erros das listas de materiais, existem 27 ocorrências de erros maiores que 60%, dos quais 20 deles são referentes a malhas do tipo Ribana.

Tabela 4 – Erros de consumo na BOM maiores que 60%

(continua)

SKU	Malha	Percentual de Erro de Consumo (%)	Tipo de Malha
28048-002-2860	1200000199	1.265,6	Não ribana
28115-001-0770	1200001113	259,3	Não ribana
20021-001-2560	1200001176	164,3	Ribana
28115-001-0770	1200001112	157,4	Ribana
28004-001-8830	1200000725	143,4	Não ribana
28800-001-8000	1200003507	142,7	Ribana

Tabela 4 - Erros de consumo na BOM maiores que 60%
(conclusão)

SKU	Malha	Percentual de Erro de Consumo (%)	Tipo de Malha
28800-001-0770	1200003506	125,2	Ribana
28000-001-8120	1200003190	125,1	Ribana
28000-001-6020	1200003191	108,1	Ribana
20000-002-6020	1200003191	98,1	Ribana
28021-001-2560	1200001176	94,8	Ribana
24243-002-0770	1200000813	92,2	Não ribana
28004-001-2810	1200000088	91,7	Não ribana
28021-001-8820	1200000053	89,3	Ribana
28021-001-2040	1200000054	86,8	Ribana
28000-001-0771	1200001120	84,4	Ribana
28000-001-2800	1200000054	84,2	Ribana
28000-001-2081	1200003192	83,4	Ribana
20000-002-0771	1200001120	78,1	Ribana
28011-001-8820	1200001175	77,0	Ribana
28011-001-2842	1200000148	75,0	Ribana
20011-001-8820	1200001175	71,9	Ribana
20000-002-8120	1200003190	71,8	Ribana
28004-001-8830	1200000053	68,0	Ribana
20000-002-8830	1200000522	62,9	Não ribana
20011-001-2842	1200000148	62,8	Ribana
20011-001-8820	1200002309	60,4	Não ribana

Fonte: Autoria própria

Isso se deve à frequente utilização das ribanas em peças pequenas como golas e punhos. Nesses casos, o risco deve ser gerado respeitando um determinado sentido de corte, prejudicando a distribuição das peças, o que faz o aproveitamento desse tipo de malha ser consideravelmente mais baixo que de outros tipos de malhas. Essa análise evidencia que as ribanas normalmente serão as primeiras a ficar sem estoque para a produção, enquanto ainda existirá em estoque os demais tipos de malhas, o que resultará em acúmulo das demais malhas conforme será discutido mais à frente.

5.2 Custo Não Previsto no Período Analisado

A partir das diferenças entre consumo planejado (CP_i) de malha e consumo real (CR_i) para cada ordem de produção, é possível determinar o custo de produção não previsto durante o período analisado. O resultado para cada SKU pode ser encontrado no Apêndice B. Na Tabela 5 é mostrado o resultado total encontrado.

Tabela 5 – Custo de produção não previsto no período analisado

Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Custo Não Previsto (R\$)
456.880	174.267,497	216.542,685	42.275,188	2.178.548,855

Fonte: Autoria própria

Cerca de 42 toneladas de diferença entre o consumo planejado e o real resultaram em um custo não contabilizado pela empresa (CN_t) de aproximadamente R\$ 2.170.000,00 para um período de apenas 6 meses no setor de pijamas considerando apenas as malhas. Esse valor representa aproximadamente 0,4% do faturamento da empresa no mesmo período.

Apesar de não parecer uma fração alta em termos absolutos, é preciso ressaltar alguns fatores que a tornam uma cifra de grande importância. No momento de elaboração do estudo, os pijamas representam apenas 5% da produção da empresa, ou seja, caso o mesmo problema afete outros setores, o impacto gerado será proporcionalmente maior. Destaca-se ainda que o valor encontrado representa um custo não previsto, ou seja, que não está planejado, de forma que sobre o setor ainda recai todos os demais custos de matérias-primas e produção.

Para efeito de comparação, o custo total de malha para todas as ordens analisadas é de aproximadamente R\$ 11.200.000,00 como é possível observar na Tabela 6 e mais detalhadamente no Apêndice C.

Tabela 6 – Percentual do custo de produção não previsto

Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Custo Real (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)	Percentual do Custo Não Previsto (%)
216.542,69	42.275,19	11.191.896,10	2.178.548,86	19,47

Fonte: Autoria própria

Dessa forma, os custos não contabilizados (CN_t) apenas de malhas para pijamas correspondem a aproximadamente 19% dos custos reais.

5.3 Custo Não Contabilizado na Precificação

Conforme foi discutido na revisão de literatura, em uma organização que utilizam sistemas integrados de gestão, dados das listas de materiais são utilizados por vários departamentos na execução de suas funções. A precificação dos produtos é uma das tarefas que utilizam os dados da BOM na empresa em estudo, visto que a partir dos consumos de matérias-primas e dos preços correspondentes é possível determinar a parcela dos custos de produção de um produto referentes as matérias-primas.

A partir dos dados já calculados, é possível reorganizá-los para encontrar uma aproximação do custo não contabilizado no custeio de cada unidade de pijama (CNP) conforme é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Custo não contabilizado por unidade de pijama

(continua)

SKU	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não planejado (Kg)	Custo Não Previsto (R\$)	Custo Não Contabilizado por Pijama (R\$)
20000-002-0771	5.700	1.457,532	1.649,998	192,466	10.214,99	1,79
20000-002-2081	5.500	1.304,803	1.612,115	307,312	16.128,69	2,93
20000-002-2800	13.400	3.204,578	3.692,755	488,177	24.784,91	1,84
20000-002-2816	4.900	1.208,503	1.538,318	329,815	16.098,33	3,29
20000-002-6020	3.000	719,673	894,713	175,040	8.325,89	2,78
20000-002-8120	4.800	1.158,045	1.426,308	268,263	14.146,73	2,95
20000-002-8830	4.900	1.246,398	1.508,921	262,523	13.529,32	2,76
20011-001-2842	7.720	1.952,705	2.993,366	1.040,661	50.529,70	6,55
20011-001-8820	9.060	2.261,518	3.543,274	1.281,756	66.239,44	7,31
20021-001-2040	3.600	808,111	1.044,196	236,085	13.000,65	3,61

Tabela 7 – Custo não contabilizado por unidade de pijama

(continuação)

SKU	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não planejado (Kg)	Custo Não Previsto (R\$)	Custo Não Contabilizado por Pijama (R\$)
20021-001-2560	2.660	537,244	767,710	230,466	12.629,34	4,75
20021-001-8820	5.840	1.214,827	1.655,415	440,588	22.656,65	3,88
20161-001-2081	4.200	1.000,816	1.216,559	215,743	11.996,69	2,86
20163-001-0770	1.300	278,380	318,028	39,648	2.095,48	1,61
20164-001-8990	4.400	1.991,535	2.359,845	368,310	19.068,93	4,33
22325-001-5180	4.400	949,559	1.000,457	50,898	2.750,25	0,63
22326-001-2800	2.700	855,724	922,350	66,626	3.487,04	1,29
22326-001-5700	4.400	1.411,736	1.518,324	106,588	5.697,79	1,29
22331-001-4060	3.900	895,404	943,160	47,756	2.477,78	0,64
22333-001-4060	3.400	595,502	642,058	46,556	2.412,73	0,71
22334-001-8990	5.900	2.278,656	2.874,857	596,201	30.942,22	5,24
22344-001-5650	5.500	989,768	1.121,198	131,430	6.715,36	1,22
22345-001-5100	6.300	1.334,554	1.384,728	50,174	2.732,81	0,43
24110-002-2805	12.400	8.085,751	9.935,206	1.849,455	98.008,07	7,90
24110-002-8300	10.700	6.457,677	7.572,170	1.114,493	57.138,89	5,34
24243-002-0770	5.500	1.912,576	2.428,274	515,698	25.304,50	4,60
24243-002-5360	5.800	1.653,518	2.524,183	870,665	47.486,47	8,19
24243-002-8000	1.400	465,335	612,648	147,313	7.765,73	5,55
24280-001-8300	10.460	5.511,362	7.061,329	1.549,967	79.451,92	7,60
24281-001-2800	5.360	2.455,153	2.981,657	526,504	27.712,61	5,17
24292-001-0770	4.120	1.510,678	1.710,285	199,607	9.794,35	2,38
24292-001-1110	2.200	808,680	861,062	52,382	2.577,37	1,17
24292-001-1830	4.440	1.625,874	1.920,430	294,556	14.925,50	3,36
24323-001-5700	5.700	1.913,200	2.153,454	240,254	12.428,93	2,18
24323-001-8000	5.300	1.845,455	2.072,882	227,427	11.949,00	2,25

Tabela 7 – Custo não contabilizado por unidade de pijama

(continuação)

SKU	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não planejado (Kg)	Custo Não Previsto (R\$)	Custo Não Contabilizado por Pijama (R\$)
24325-001-5180	2.900	805,420	883,259	77,839	4.268,14	1,47
24326-001-2800	5.400	2.449,958	2.556,125	106,167	5.663,78	1,05
24326-001-5700	4.940	2.281,898	2.407,615	125,717	6.711,54	1,36
24331-001-4060	3.700	1.190,066	1.272,803	82,737	4.266,66	1,15
24333-001-4060	2.200	503,382	580,091	76,709	3.995,30	1,82
24334-001-8990	10.240	5.834,935	8.060,683	2.225,748	115.637,95	11,29
24341-001-8000	5.000	1.470,590	2.011,907	541,317	28.523,67	5,70
24342-001-1110	6.200	1.514,171	1.595,927	81,756	4.102,52	0,66
24343-001-1110	3.200	685,057	756,066	71,009	3.563,23	1,11
24344-001-5650	4.100	1.264,395	1.357,653	93,258	4.832,40	1,18
24345-001-5100	3.400	923,790	1.047,655	123,865	6.872,76	2,02
24346-001-6020	3.700	1.083,801	1.246,297	162,496	8.282,10	2,24
24347-001-6020	1.600	515,226	536,780	21,554	991,92	0,62
24400-001-5320	3.800	1.224,153	1.537,703	313,550	15.937,50	4,19
24400-001-8000	5.700	2.026,909	2.475,431	448,522	23.788,21	4,17
28000-001-0771	11.300	4.398,166	5.258,644	860,478	45.517,36	4,03
28000-001-2081	3.600	1.514,781	1.921,735	406,954	21.402,50	5,95
28000-001-2800	18.900	7.051,165	8.504,226	1.453,061	73.654,75	3,90
28000-001-2816	4.800	1.988,739	2.294,071	305,332	15.070,08	3,14
28000-001-6020	3.480	1.427,477	1.821,636	394,159	18.988,63	5,46
28000-001-8120	6.500	2.724,645	3.600,730	876,085	46.590,53	7,17
28000-001-8830	12.700	5.316,480	6.595,963	1.279,483	65.883,38	5,19
28004-001-2810	12.100	4.710,781	6.815,804	2.105,023	105.971,07	8,76
28004-001-8830	7.600	2.955,558	4.313,125	1.357,567	70.558,43	9,28
28011-001-2842	22.100	11.958,455	14.927,621	2.969,166	140.721,04	6,37

Tabela 7 – Custo não contabilizado por unidade de pijama

(conclusão)

SKU	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não planejado (Kg)	Custo Não Previsto (R\$)	Custo Não Contabilizado por Pijama (R\$)
28011-001-8820	17.620	8.119,255	11.589,399	3.470,144	179.450,12	10,18
28021-001-2040	6.960	2.428,656	3.378,303	949,647	50.995,94	7,33
28021-001-2560	3.700	1.209,625	1.606,252	396,627	21.806,50	5,89
28021-001-8820	9.380	3.209,542	4.344,723	1.135,181	58.360,09	6,22
28048-002-2860	6.100	3.228,936	4.020,337	791,401	40.166,37	6,58
28064-001-8000	5.700	2.067,213	2.433,054	365,841	18.729,73	3,29
28115-001-0770	5.900	2.121,661	2.537,463	415,802	22.329,93	3,78
28156-001-0770	2.000	769,901	973,824	203,923	11.089,35	5,54
28158-001-8000	2.200	1.886,922	2.177,908	290,986	16.613,67	7,55
28160-001-2800	1.900	758,935	905,386	146,451	7.266,53	3,82
28161-001-2081	6.100	2.486,660	2.888,604	401,944	22.042,63	3,61
28163-001-0770	800	276,419	344,429	68,010	3.591,42	4,49
28164-001-8990	9.800	6.562,889	8.050,603	1.487,714	77.300,56	7,89
28165-001-8990	11.000	4.239,761	4.904,099	664,338	34.316,44	3,12
28800-001-0770	4.500	1.862,291	2.153,638	291,347	15.510,57	3,45
28800-001-8000	3.200	1.318,003	1.392,880	74,877	3.978,49	1,24
Total	456.880	174.267,497	216.542,685	42.275,188	2.178.548,86	

Fonte: Autoria própria

Nota-se, portanto, que a precificação dos produtos deve ser revista ou é necessário ser adotada estratégias empresariais para contornar esse desvio e economizar em outros pontos para compensar o erro de custeio, uma vez que a margem de lucro real dos pijamas é menor que a esperada pela empresa, impactando diretamente nos resultados financeiros da organização.

5.4 Comparação Entre Produção Planejada e Produção Possível

Como o departamento de PCP possui a função de coordenar e aplicar os recursos produtivos visando a realização dos planos estratégico, tático e operacional da empresa, um dos desafios é garantir que os recursos, como matérias-primas, mão de obra e máquinas estejam disponíveis na quantidade correta e no momento desejado.

A não realização de um planejamento ou entrega de pedido por falta de insumos pode em um primeiro momento ser atribuída a realização de um planejamento incorreto, refugos de produção, problemas com fornecedores, entre outros fatores.

Todavia, conforme foi demonstrado na revisão de literatura, para determinar as quantidades de insumos em um ambiente de planejamento integrado, um dos dados de entrada para realização dos cálculos é justamente quantidades de cada componente na estrutura do produto. Logo, se os dados de entrada estão incorretos, são esperados desvios no planejamento de necessidade de materiais. Ou seja, não será possível a execução completa do plano mestre de produção (PMP) definido pelo PCP.

Conforme definido anteriormente, é adotado o pressuposto de que a quantidade disponível de material é aquela calculada através de um MRP que utiliza os consumos de materiais cadastrados na lista de materiais, que foi definida como a NBP_t . Considerando fatores como o intervalo de tempo entre o início da produção e o momento em que ocorrerá a falta de estoque de uma malha antes de dar início a produção seguindo o PMP, e ainda que os *lead times* entre os pedidos e as entregas das malhas a partir do momento em que é percebida a falta de estoque gira e torno de 45 a 60 dias, pode-se considerar que o PMP dos 3 meses serão afetados.

Na Tabela 8 é apresentada a comparação entre as quantidades planejadas de produção no PMP no horizonte de 3 meses (PN_t) e a produção possível de ser realizada (PP) para cada SKU de pijama.

Tabela 8 – Comparação entre a produção planejada e a produção possível
(continua)

SKU	Produção Planejada (un)	Produção Possível (un)	Diferença Produção (un)	Diferença Percentual (%)
20000-002-0771	1.510	847	-663	-43,9
20000-002-2081	1.080	724	-356	-33,0
20000-002-2800	510	349	-161	-31,6
20000-002-2816	2.020	1.312	-708	-35,0
20000-002-6020	1.390	701	-689	-49,6
20000-002-8120	1.320	768	-552	-41,8
20000-002-8830	1.000	613	-387	-38,7
20011-001-2842	8.760	5.382	-3.378	-38,6
20011-001-8820	6.250	3.636	-2.614	-41,8
20021-001-2040	3.360	2.253	-1.107	-32,9
20021-001-2560	3.300	1.248	-2.052	-62,2
20021-001-8820	4.030	2.627	-1.403	-34,8
20161-001-2081	2.780	2.224	-556	-20,0
20163-001-0770	6.000	4.599	-1.401	-23,4
20164-001-8990	3.670	3.001	-669	-18,2
22325-001-5180	2.460	2.237	-223	-9,1
22326-001-2800	1.300	1.161	-139	-10,7
22326-001-5700	3.170	2.897	-273	-8,6
22331-001-4060	5.570	5.050	-520	-9,3
22333-001-4060	1.180	1.029	-151	-12,8
22334-001-8990	5.100	3.886	-1.214	-23,8
22344-001-5650	5.710	4.711	-999	-17,5
22345-001-5100	4.960	4.734	-226	-4,6
24110-002-2805	10.850	8.746	-2.104	-19,4
24110-002-8300	7.700	5.530	-2.170	-28,2
24243-002-0770	5.880	3.058	-2.822	-48,0
24243-002-5360	7.670	5.023	-2.647	-34,5
24243-002-8000	4.810	3.268	-1.542	-32,1
24280-001-8300	12.120	8.147	-3.973	-32,8
24281-001-2800	8.150	6.441	-1.709	-21,0
24292-001-0770	5.130	4.203	-927	-18,1
24292-001-1110	6.390	5.840	-550	-8,6
24292-001-1830	3.390	2.706	-684	-20,2
24323-001-5700	5.380	4.391	-989	-18,4
24323-001-8000	4.480	3.980	-500	-11,2
24325-001-5180	2.410	1.867	-543	-22,5

Tabela 8 – Comparação entre a produção planejada e a produção possível
(continuação)

SKU	Produção Planejada (un)	Produção Possível (un)	Diferença Produção (un)	Diferença Percentual (%)
24326-001-2800	3.550	3.396	-154	-4,3
24326-001-5700	3.430	3.231	-199	-5,8
24331-001-4060	6.110	5.543	-567	-9,3
24333-001-4060	3.130	2.652	-478	-15,3
24334-001-8990	6.720	4.567	-2.153	-32,0
24341-001-8000	4.560	3.282	-1.278	-28,0
24342-001-1110	7.630	7.239	-391	-5,1
24343-001-1110	4.370	3.959	-411	-9,4
24344-001-5650	6.500	5.499	-1.001	-15,4
24345-001-5100	5.920	4.713	-1.207	-20,4
24346-001-6020	5.650	4.662	-988	-17,5
24347-001-6020	3.730	3.580	-150	-4,0
24400-001-5320	6.560	5.169	-1.391	-21,2
24400-001-8000	5.480	4.417	-1.063	-19,4
28000-001-0771	8.020	4.348	-3.672	-45,8
28000-001-2081	2.280	1.243	-1.037	-45,5
28000-001-2800	6.430	3.490	-2.940	-45,7
28000-001-2816	4.180	2.928	-1.252	-30,0
28000-001-6020	5.850	2.810	-3.040	-52,0
28000-001-8120	8.350	3.709	-4.641	-55,6
28000-001-8830	7.800	4.966	-2.834	-36,3
28004-001-2810	8.110	4.230	-3.880	-47,8
28004-001-8830	12.800	5.258	-7.542	-58,9
28011-001-2842	22.050	12.601	-9.449	-42,9
28011-001-8820	21.420	12.098	-9.322	-43,5
28021-001-2040	9.310	4.982	-4.328	-46,5
28021-001-2560	7.430	3.814	-3.616	-48,7
28021-001-8820	14.810	7.825	-6.985	-47,2
28048-002-2860	2.920	213	-2.707	-92,7
28064-001-8000	3.120	2.641	-479	-15,4
28115-001-0770	6.730	1.872	-4.858	-72,2
28156-001-0770	670	429	-241	-36,0
28158-001-8000	780	650	-130	-16,7
28160-001-2800	3.270	2.340	-930	-28,4
28161-001-2081	2.950	2.077	-873	-29,6
28163-001-0770	7.760	5.798	-1.962	-25,3

Tabela 8 – Comparação entre a produção planejada e a produção possível
(conclusão)

SKU	Produção Planejada (un)	Produção Possível (un)	Diferença Produção (un)	Diferença Percentual (%)
28164-001-8990	7.430	5.940	-1.490	-20,1
28165-001-8990	4.650	3.699	-951	-20,5
28800-001-0770	710	315	-395	-55,6
28800-001-8000	900	370	-530	-58,9
Total	414.860	281.744	-133.116	-32,1

Fonte: Autoria própria

O PMP para os 3 meses foi de quase 415.000 pijamas no período, sendo que devido ao consumo médio real (CMR), a quantidade disponível em estoque de malha (NBP_t) somente seria suficiente para uma produção de aproximadamente 282.000 unidades. Ou seja, 32% do PMP não seria executado por falta de malha para produção.

Para a empresa, essa não execução do PMP gera custos denominados custo de falta de estoque que compreende a entrega de produtos com atraso ou até vendas perdidas. Ambas as situações impactam na credibilidade da empresa com os clientes frente aos concorrentes e no próprio faturamento da empresa.

5.5 Estoque Restante de Malha

Como o percentual de erro presente nas listas de materiais determinados anteriormente não são iguais para todas as malhas de um determinado SKU, a falta de estoque ocorrerá primeiramente na malha que apresentar o maior erro de consumo. Dessa maneira, ocorrerá ainda a existência de um estoque das demais malhas que não será possível utiliza-los na produção.

A Tabela 9 apresenta as quantidades calculadas de estoque restante para cada malha (ER) em um primeiro momento e seus respectivos valores de aquisição (CE). Malhas com estoques restantes inferiores a 1 Kg foram desconsiderados por não apresentarem relevância em comparação as demais.

Tabela 9 – Estoque restante de malha

(continua)

Malha	Estoque Restante (kg)	Preço da malha (R\$)	Valor Estoque Restante (R\$)
1200000050	3.580,389	51,55	184.569,04
1200000053	39,662	51,92	2.059,27
1200000054	20,405	52,76	1.076,58
1200000088	107,675	49,21	5.298,68
1200000089	5.758,012	50,37	290.031,07
1200000147	1.199,871	46,13	55.350,04
1200000232	272,085	56,87	15.473,45
1200000399	122,908	52,16	6.410,87
1200000521	2.301,720	51,21	117.871,06
1200000522	3,925	50,83	199,51
1200000672	379,337	56,10	21.280,82
1200000811	830,721	48,50	40.289,98
1200000813	291,523	52,14	15.200,02
1200000816	23,537	49,23	1.158,70
1200000817	169,009	52,76	8.916,90
1200000974	150,058	52,70	7.908,05
1200000976	485,811	51,34	24.941,54
1200001073	771,952	52,87	40.813,10
1200001082	26,345	56,49	1.488,20
1200001112	38,261	51,88	1.984,96
1200001120	11,136	55,27	615,47
1200001162	632,350	51,25	32.407,92
1200001177	447,266	56,39	25.221,35
1200001194	60,060	54,68	3.284,08
1200002309	1.457,405	51,92	75.668,49
1200002632	129,927	51,70	6.717,22
1200003133	191,109	48,40	9.249,69
1200003184	448,927	51,60	23.164,65
1200003185	409,465	46,02	18.843,58
1200003186	214,618	52,22	11.207,36
1200003187	1.086,803	55,90	60.752,31
1200003188	728,320	52,29	38.083,84
1200003192	2,559	55,10	141,03
1200003222	1.333,071	51,94	69.239,69
1200003223	47,644	48,54	2.312,65
1200003233	1.576,739	56,59	89.227,65

Tabela 9 – Estoque restante de malha

(conclusão)

Malha	Estoque Restante (kg)	Preço da malha (R\$)	Valor Estoque Restante (R\$)
1200003268	115,839	50,68	5.870,74
1200003371	173,856	52,14	9.064,86
1200003372	63,106	48,50	3.060,63
1200003378	47,592	54,74	2.605,16
1200003379	1,436	49,10	70,49
1200003387	18,320	56,14	1.028,50
1200003421	109,452	58,63	6.417,17
1200003426	220,903	52,29	11.551,00
1200003428	42,391	52,12	2.209,42
1200003429	29,390	52,25	1.535,62
1200003433	10,224	55,65	568,96
1200003456	156,195	53,90	8.418,92
1200003502	67,767	52,94	3.587,57
1200003503	182,488	53,17	9.702,88
1200003504	102,545	51,46	5.276,97
1200003541	250,709	48,75	12.222,07
Total	26.942,816		1.391.649,774

Fonte: Autoria própria

À primeira vista, as 27 toneladas de malhas que iriam ficar em utilização poderiam ser utilizadas para a produção dos pijamas assim que o estoque das demais fosse reposto. No entanto, é necessário avaliar cuidadosamente cada SKU, pois conforme foi mencionado na seção 3.3.1, alguns deles apresentam uma combinação de malha que precisam conter a mesma tonalidade, o que normalmente é alcançado somente no caso dessas malhas pertencerem a um mesmo lote de tingimento.

Aprofundando a análise, é possível filtrar apenas as malhas em que todas as suas utilizações necessitam apresentar a mesma tonalidade que uma outra malha. Com isso, é obtido os resultados para os estoques restantes e valores conforme demonstra a tabela 7.

Tabela 10 – Estoque restante de malha sem possibilidade de utilização

Malha	Estoque Restante (kg)	Preço da malha (R\$)	Valor Estoque Restante (R\$)
1200003379	1,436	49,10	70,49
1200003192	2,546	55,10	140,27
1200003387	18,320	56,14	1.028,50
1200003186	214,618	52,22	11.207,36
1200000522	3,901	50,83	198,28
1200001120	11,120	55,27	614,60
1200003222	1.333,071	51,94	69.239,69
1200003184	448,927	51,60	23.164,65
1200000976	485,811	51,34	24.941,54
1200001082	26,345	56,49	1.488,20
1200001112	38,261	51,88	1.984,96
1200000053	39,655	51,92	2.058,88
1200003185	409,390	46,02	18.840,11
1200003223	47,582	48,54	2.309,61
1200003378	47,592	54,74	2.605,16
1200003504	102,545	51,46	5.276,97
1200001162	632,350	51,25	32.407,92
Total	3.863,467		197.577,185

Fonte: Autoria própria

Portanto, cerca de 3.800 Kg de malha ficarão sem utilização até que seja desenvolvido um novo modelo ou cor de pijama que permita a utilização. Esse aproveitamento de malhas paradas em estoque já vem sendo discutido na empresa para reduzir os estoques, uma vez que no momento da coleta de dados existem aproximadamente 105 toneladas de malha em estoque que não estão presentes na coleção atual.

Ou seja, é previsto segundo a simulação que estes 3.800 Kg se somem ao restante, o que equivale a mais R\$ 200.000,00 imobilizados em estoque apenas de custo de aquisição. No entanto, conforme visto na literatura, existirá ainda custos de depreciação do material e custos relacionados a manutenção do estoque como o custo do espaço que não poderá ser utilizado por outro item e custos relativos à própria operação do armazém.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tratou dos impactos gerados por erros em listas de materiais para a utilização de um sistema de planejamento de produção baseado no conceito de planejamento de necessidades de materiais (MRP). Pode-se concluir que foi possível seguir o escopo inicial do trabalho, no qual atingir os objetivos específicos determinados anteriormente permitiu gerar a análise esperada e justificar a própria existência do estudo.

Ficou claro que o planejamento e controle da produção é responsável por participar na elaboração do plano estratégico e traduzi-lo para os planos tático e operacional. É atribuição do próprio departamento desenvolver os planos de produção (agregado e mestre) e possibilitar suas execuções. Para isso, é necessário definir a quantidade e o momento em que os insumos devem estar disponíveis para utilização a partir de dados provenientes de outros departamentos, buscando alcançar o máximo de aproveitamento dos recursos produtivos e financeiros. O correto cálculo do MRP é um dos elementos-chave para alcançar os resultados esperados pela organização.

No momento de elaboração do estudo, já era de conhecimento da empresa a falta de acuracidade das listas de materiais em seus produtos, que apresentavam um consumo menor que o real, principalmente na classe de pijamas. No entanto, o único efeito percebido diretamente era o cancelamento de ordens de produção e paralisação da cadeia produtiva que eram evitados ou contornados com a liberação de novas ordens ou com planos de ações emergenciais.

Portanto, deve-se avaliar a situação estudada não apenas analisando o impacto inicial que é cancelamento de ordens de produção que causa paralisação da cadeia produtiva, mas analisar todo o fluxo de informações e produtivo que utiliza as listas de materiais como base para determinar seus impactos na organização como um todo.

A realização deste estudo poderia resultar em cenários onde esses erros das listas de materiais são relativamente pequenos, gerando um baixo impacto no planejamento, em níveis de estoque e na precificação dos produtos. Dessa forma, seria necessário avaliar outras causas existentes que estariam ocasionando a falta de materiais para produção e baixo nível de entrega de pedidos.

Em um cenário onde a maior parte dos erros da BOM seja caracterizado por um consumo maior na lista de materiais do que o real, não ocorreria um grande

número de ordens canceladas por falta de matéria-prima, mas existiriam problemas mais graves relacionados ao excesso de estoque, e a precificação dos produtos também estaria errada. Nesse caso, o preço do produto estaria mais alto que o necessário, podendo fazer a empresa perder parcela de mercado por não conseguir competir com preços práticos pelos concorrentes.

O outro cenário possível, que foi o encontrado, corresponde a erros expressivos nas listas de materiais, que apresentam um consumo menor na BOM do que o real. De modo que a compilação e análise de todos os dados aqui estudados permitiram que a empresa entendesse os impactos diretos e indiretos resultantes desses erros para toda a organização. O planejamento é parcialmente comprometido resultando em não atendimento dos pedidos, a precificação dos produtos é menor que a ideal, além gastos não previstos de produção e com estoques de matérias-primas que ficarão sem utilização.

A partir dos resultados obtidos no capítulo 5, pode-se perceber a grandeza da relevância que os dados de entrada possuem para empresas que utilizam sistemas altamente informatizados e integrados como um ERP. Os *inputs* devem estar corretos para que assim, a organização possa utilizar as potencialidades das ferramentas oferecidas em sua totalidade, promovendo melhora de resultados. Dessa forma, foi demonstrado as consequências de uma lista de materiais incorretas na execução do planejamento de produção, na precificação de produtos e no acúmulo de estoque, incorrendo em custos de estoque e de falta de estoque.

Pode ainda ser considerado que este estudo agrega muito a todos aqueles profissionais e colaboradores que trabalham ou utilizam sistemas integrados e informatizados, pois foi possível entender que mesmo as menores informações que podem parecer irrelevante para um determinado setor, é de vital importância para o desenvolvimento do trabalho de outros departamentos. Dessa forma, todos devem buscar a realização de suas funções com a maior precisão e acuracidade possível proporcionando um correto fluxo de informações em toda organização.

Os benefícios de dados acurados nas listas de materiais para uma organização são percebidos por menores desvios e paralisações das linhas produtivas, pela economia financeira resultante da não aquisição de matérias-primas desnecessárias e a correta precificação de seus produtos, resultando consequentemente em um maior lucro. Os clientes também são beneficiados pelo aumento dos níveis de atendimento,

menos atrasos nas entregas de pedidos e menor custo de aquisição, promovendo ainda uma maior confiabilidade da empresa perante o cliente.

Cabe salientar que o estudo aqui desenvolvido pode ser implementado para fazer parte de um processo de melhoria contínua, uma vez que faz parte de um ciclo, em que a acuracidade das listas de materiais deve estar em constante monitoramento, sobretudo no lançamento de novos produtos. Assim, o modelo utilizado no estudo é válido e estará sempre auxiliando a empresa a realizar um planejamento de necessidades de matérias precisos, e além disso, estabelecer a correta precificação de seus produtos.

No momento de elaboração deste trabalho, a empresa em estudo autorizou o início da revisão e correção do consumo de malhas apresentado pela lista de materiais nas classes de produtos correspondentes: pijamas, cuecas com costura e calcinhas com costura. Dessa forma, a recomendação para trabalhos futuros é monitorar as ocorrências de ordens canceladas por falta de matéria-prima. Em caso de consistente diminuição das ocorrências, como é esperado, torna-se importante a aplicação deste método para outras classes de matérias-primas e outros setores da empresa de modo a atingir uma lista de materiais com a maior fidelidade à realidade. Posteriormente, pode-se também analisar questões referentes ao incremento da acuracidade do planejamento e na entrega de pedidos, visto que espera-se que menos ordens de produção sejam canceladas.

REFERÊNCIAS

BACO, S. B.; PAIVA, A. P.; LIMA, R. S. Sistemas de previsão de demanda: aplicação em uma fábrica de anéis de pistão automotivos. **XIII SIMPEP**, Bauru, 2006. Disponível em: <https://silo.tips/download/sistemas-de-previsao-de-demanda-aplicacao-em-uma-fabrica-de-aneis-de-pistao-autom>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BUFFA, E. S.; SARIN, R. K. **Modern production/operations management**. 8. ed. Los Angeles: John Wiley & Sons, 1987.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHIAVENATO, I. **Iniciação ao Planejamento e Controle de Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: estratégia, planejamento e operação. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de Operações**. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**: MRP II/ERP - conceitos, uso e implantação. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FRAGOSO, B.L **Lista de Materiais: Uma Análise dos Impactos no Processo de Manufatura de uma Empresa de Manufatura de Bombas de Combustíveis**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2012.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

GARWOOD, D. **Bills of Material**: for a Lean Enterprise. Marietta: Dogwood Publishing Company, 2004.

GONÇALVES FILHO, E. V.; MARÇOLA, J. A. Uma proposta de modelagem da lista de materiais. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 3, n. 2, p. 156-172, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X1996000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/LbYvhDccmQMCnHN7dQ34P9f/?lang=pt>. Acesso em: 28 maio 2022.

GUERRA, R. M. A.; SILVA, M. S.; TONDOLO, V. A. G. Planejamento das necessidades de materiais: ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção. **Revista GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 9, n. 3, p. 43-60, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v9i3.1075>. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1075>. Acesso em: 02 abr. 2022

GUERRA, R. M. A.; SCHUSTER, J. V.; TONDOLO, V. A. G. Implantação de um modelo de MRP em uma empresa de médio porte do setor moveleiro. **Revista Gestão Industrial**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 985- 1003, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/S1808-04482013000400011>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/1625>. Acesso em: 17 abr. 2022.

GUESS, V.C. APICS training aid: bills of material. Revised edition, **Falls Church, American Production and Inventory Control Society**, 1985.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

KOTLER, P. **Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control**. New Jersey: Prentice Hall, 1991.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de informação gerenciais**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

LUSTOSA, L. *et al.* **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARÇOLA, J. A. **Proposta e desenvolvimento de um sistema de gerenciamento da produção de dispositivos dedicados**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

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

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

PAVAN, P. A. R. **Gerenciamento de projeto de expansão de instituições hospitalares: estudo de caso**. 2002. Monografia de Conclusão de Curso (Especialização em Gerência Empresarial e Negócios) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002.

PELLEGRINI, F.; FOGLIATTO, F. Passos para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda – Técnicas e Estudo de Caso. **Revista Produção**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 43-64, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132001000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/gkHJjJVRqgdbdDW4qMBDRKpS/?lang=pt#>. Acesso em: 25 abr. 2022.

PINEDO, M.L. **Scheduling: theory, algorithms and systems**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2010.

RUSK, P. S. The role of bill of material in manufacturing systems. **Engineering Cost and Production Economics**, Manchester, v. 19, n.1, p. 205-211, 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-188X\(90\)90044-I](https://doi.org/10.1016/0167-188X(90)90044-I). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0167188X9090044I?via%3Dihub>. Acesso em 13 maio. 2022.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SACOMANO, J. B. **Operações e Gestão Estratégica da Produção**. São Paulo: Arte e Ciência, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VOLLMAN, T. E. *et al.* **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ZACCARELLI, S. B. **Programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1976.

APÊNDICE A – Erros da lista de materiais por SKU

Tabela 11 – Erros da lista de materiais por SKU

(continua)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
20000-002-0771	1200000521	5.700	796,665	0,140	817,819	0,143	0,004
20000-002-0771	1200001073	5.700	621,149	0,109	761,450	0,134	0,025
20000-002-0771	1200001120	5.700	39,718	0,007	70,729	0,012	0,005
20000-002-2081	1200001073	5.500	718,286	0,131	761,822	0,139	0,008
20000-002-2081	1200003186	5.500	549,400	0,100	794,926	0,145	0,045
20000-002-2081	1200003192	5.500	37,117	0,007	55,367	0,010	0,003
20000-002-2800	1200000050	13.400	1.683,437	0,126	1.762,825	0,132	0,006
20000-002-2800	1200000054	13.400	92,571	0,007	135,148	0,010	0,003
20000-002-2800	1200000089	13.400	1.428,570	0,107	1.794,782	0,134	0,027
20000-002-2816	1200000054	4.900	33,602	0,007	51,733	0,011	0,004
20000-002-2816	1200000089	4.900	512,196	0,105	692,327	0,141	0,037
20000-002-2816	1200000147	4.900	662,705	0,135	794,258	0,162	0,027
20000-002-6020	1200003185	3.000	311,491	0,104	444,890	0,148	0,044
20000-002-6020	1200003188	3.000	387,653	0,129	409,163	0,136	0,007
20000-002-6020	1200003191	3.000	20,529	0,007	40,660	0,014	0,007
20000-002-8120	1200003184	4.800	496,878	0,104	714,694	0,149	0,045
20000-002-8120	1200003187	4.800	628,355	0,131	655,234	0,137	0,006
20000-002-8120	1200003190	4.800	32,812	0,007	56,380	0,012	0,005
20000-002-8830	1200000521	4.900	530,771	0,108	639,945	0,131	0,022
20000-002-8830	1200000522	4.900	34,059	0,007	55,488	0,011	0,004
20000-002-8830	1200002309	4.900	681,568	0,139	813,488	0,166	0,027
20011-001-2842	1200000089	7.720	922,650	0,120	1.470,046	0,190	0,071
20011-001-2842	1200000147	7.720	976,312	0,126	1.435,848	0,186	0,060

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
20011-001-2842	1200000148	7.720	53,743	0,007	87,472	0,011	0,004
20011-001-8820	1200000521	9.060	1.067,898	0,118	1.621,692	0,179	0,061
20011-001-8820	1200001175	9.060	62,721	0,007	107,810	0,012	0,005
20011-001-8820	1200002309	9.060	1.130,899	0,125	1.813,772	0,200	0,075
20021-001-2040	1200000054	3.600	28,388	0,008	42,324	0,012	0,004
20021-001-2040	1200000089	3.600	350,622	0,097	385,033	0,107	0,010
20021-001-2040	1200000672	3.600	429,101	0,119	616,839	0,171	0,052
20021-001-2560	1200001162	2.660	234,428	0,088	271,876	0,102	0,014
20021-001-2560	1200001176	2.660	18,399	0,007	48,635	0,018	0,011
20021-001-2560	1200001177	2.660	284,417	0,107	447,199	0,168	0,061
20021-001-8820	1200000050	5.840	505,115	0,086	621,420	0,106	0,020
20021-001-8820	1200000053	5.840	40,149	0,007	61,587	0,011	0,004
20021-001-8820	1200000976	5.840	669,563	0,115	972,408	0,167	0,052
20161-001-2081	1200003186	4.200	514,469	0,122	613,507	0,146	0,024
20161-001-2081	1200003192	4.200	39,042	0,009	43,995	0,010	0,001
20161-001-2081	1200003421	4.200	447,305	0,107	559,057	0,133	0,027
20163-001-0770	1200001073	1.300	164,989	0,127	183,410	0,141	0,014
20163-001-0770	1200001120	1.300	12,782	0,010	16,675	0,013	0,003
20163-001-0770	1200003426	1.300	100,609	0,077	117,943	0,091	0,013
20164-001-8990	1200000088	4.400	76,948	0,017	82,402	0,019	0,001
20164-001-8990	1200000232	4.400	320,016	0,073	327,923	0,075	0,002
20164-001-8990	1200002632	4.400	1.594,571	0,362	1.949,520	0,443	0,081
22325-001-5180	1200000399	4.400	642,165	0,146	662,483	0,151	0,005
22325-001-5180	1200003375	4.400	307,394	0,070	337,974	0,077	0,007

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
22326-001-2800	1200003377	2.700	364,979	0,135	408,360	0,151	0,016
22326-001-2800	1200003387	2.700	490,745	0,182	513,990	0,190	0,009
22326-001-5700	1200003371	4.400	806,359	0,183	855,919	0,195	0,011
22326-001-5700	1200003376	4.400	605,377	0,138	662,405	0,151	0,013
22331-001-4060	1200003268	3.900	539,531	0,138	550,660	0,141	0,003
22331-001-4060	1200003429	3.900	355,873	0,091	392,500	0,101	0,009
22333-001-4060	1200003268	3.400	86,264	0,025	98,891	0,029	0,004
22333-001-4060	1200003429	3.400	509,238	0,150	543,167	0,160	0,010
22334-001-8990	1200000088	5.900	126,624	0,021	131,187	0,022	0,001
22334-001-8990	1200000232	5.900	337,831	0,057	362,974	0,062	0,004
22334-001-8990	1200002632	5.900	1.814,201	0,307	2.380,696	0,404	0,096
22344-001-5650	1200003426	5.500	410,609	0,075	497,656	0,090	0,016
22344-001-5650	1200003541	5.500	579,159	0,105	623,542	0,113	0,008
22345-001-5100	1200003433	6.300	621,521	0,099	637,768	0,101	0,003
22345-001-5100	1200003456	6.300	713,033	0,113	746,960	0,119	0,005
24110-002-2805	1200001111	12.400	5.202,943	0,420	6.454,433	0,521	0,101
24110-002-2805	1200003222	12.400	1.647,690	0,133	2.015,987	0,163	0,030
24110-002-2805	1200003223	12.400	1.235,118	0,100	1.464,786	0,118	0,019
24110-002-8300	1200000813	10.700	1.577,898	0,147	1.771,277	0,166	0,018
24110-002-8300	1200001082	10.700	279,069	0,026	337,603	0,032	0,005
24110-002-8300	1200003222	10.700	3.811,380	0,356	4.364,290	0,408	0,052
24110-002-8300	1200003223	10.700	789,330	0,074	1.099,000	0,103	0,029
24243-002-0770	1200000811	5.500	1.825,254	0,332	2.260,417	0,411	0,079
24243-002-0770	1200000813	5.500	87,322	0,016	167,857	0,031	0,015

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
24243-002-5360	1200000813	5.800	92,086	0,016	139,916	0,024	0,008
24243-002-5360	1200001194	5.800	1.561,432	0,269	2.384,267	0,411	0,142
24243-002-8000	1200000813	1.400	22,227	0,016	32,713	0,023	0,007
24243-002-8000	1200000817	1.400	443,108	0,317	579,935	0,414	0,098
24280-001-8300	1200001194	10.460	332,104	0,032	416,950	0,040	0,008
24280-001-8300	1200003222	10.460	4.403,671	0,421	5.490,602	0,525	0,104
24280-001-8300	1200003223	10.460	775,587	0,074	1.153,777	0,110	0,036
24281-001-2800	1200000809	5.360	402,387	0,075	509,101	0,095	0,020
24281-001-2800	1200000974	5.360	2.052,766	0,383	2.472,556	0,461	0,078
24292-001-0770	1200000811	4.120	932,377	0,226	1.004,557	0,244	0,018
24292-001-0770	1200003057	4.120	578,301	0,140	705,728	0,171	0,031
24292-001-1110	1200003372	2.200	471,349	0,214	491,967	0,224	0,009
24292-001-1110	1200003373	2.200	337,331	0,153	369,095	0,168	0,014
24292-001-1830	1200000813	4.440	1.002,660	0,226	1.139,890	0,257	0,031
24292-001-1830	1200003057	4.440	623,214	0,140	780,540	0,176	0,035
24323-001-5700	1200000816	5.700	149,439	0,026	183,085	0,032	0,006
24323-001-5700	1200003371	5.700	1.763,761	0,309	1.970,369	0,346	0,036
24323-001-8000	1200000816	5.300	147,479	0,028	161,658	0,031	0,003
24323-001-8000	1200000817	5.300	1.697,976	0,320	1.911,224	0,361	0,040
24325-001-5180	1200000399	2.900	576,111	0,199	587,264	0,203	0,004
24325-001-5180	1200003375	2.900	229,309	0,079	295,995	0,102	0,023
24326-001-2800	1200003377	5.400	1.121,106	0,208	1.171,865	0,217	0,009
24326-001-2800	1200003387	5.400	1.328,852	0,246	1.384,260	0,256	0,010
24326-001-5700	1200003371	4.940	1.245,256	0,252	1.307,292	0,265	0,013

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
24326-001-5700	1200003376	4.940	1.036,642	0,210	1.100,323	0,223	0,013
24331-001-4060	1200003268	3.700	731,226	0,198	767,114	0,207	0,010
24331-001-4060	1200003429	3.700	458,840	0,124	505,689	0,137	0,013
24333-001-4060	1200003268	2.200	45,076	0,020	53,191	0,024	0,004
24333-001-4060	1200003429	2.200	458,306	0,208	526,900	0,240	0,031
24334-001-8990	1200000088	10.240	187,987	0,018	276,594	0,027	0,009
24334-001-8990	1200000232	10.240	824,525	0,081	976,828	0,095	0,015
24334-001-8990	1200002632	10.240	4.822,423	0,471	6.807,261	0,665	0,194
24341-001-8000	1200000816	5.000	105,618	0,021	115,878	0,023	0,002
24341-001-8000	1200000817	5.000	1.364,972	0,273	1.896,029	0,379	0,106
24342-001-1110	1200003446	6.200	1.514,171	0,244	1.595,927	0,257	0,013
24343-001-1110	1200003446	3.200	685,057	0,214	756,066	0,236	0,022
24344-001-5650	1200003426	4.100	444,306	0,108	525,118	0,128	0,020
24344-001-5650	1200003541	4.100	820,089	0,200	832,535	0,203	0,003
24345-001-5100	1200003433	3.400	438,678	0,129	550,925	0,162	0,033
24345-001-5100	1200003456	3.400	485,112	0,143	496,730	0,146	0,003
24346-001-6020	1200003185	3.700	665,848	0,180	739,794	0,200	0,020
24346-001-6020	1200003501	3.700	417,953	0,113	506,503	0,137	0,024
24347-001-6020	1200003185	1.600	515,226	0,322	536,780	0,335	0,013
24400-001-5320	1200000088	3.800	93,700	0,025	103,235	0,027	0,003
24400-001-5320	1200003508	3.800	1.130,453	0,297	1.434,468	0,377	0,080
24400-001-8000	1200000088	5.700	225,300	0,040	240,376	0,042	0,003
24400-001-8000	1200003503	5.700	1.801,609	0,316	2.235,055	0,392	0,076
28000-001-0771	1200000521	11.300	2.383,126	0,211	2.470,270	0,219	0,008

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
28000-001-0771	1200001073	11.300	1.931,881	0,171	2.634,988	0,233	0,062
28000-001-0771	1200001120	11.300	83,159	0,007	153,386	0,014	0,006
28000-001-2081	1200001073	3.600	890,175	0,247	1.025,464	0,285	0,038
28000-001-2081	1200003186	3.600	598,192	0,166	847,834	0,236	0,069
28000-001-2081	1200003192	3.600	26,414	0,007	48,437	0,013	0,006
28000-001-2800	1200000050	18.900	3.769,066	0,199	3.925,878	0,208	0,008
28000-001-2800	1200000054	18.900	138,670	0,007	255,419	0,014	0,006
28000-001-2800	1200000089	18.900	3.143,429	0,166	4.322,929	0,229	0,062
28000-001-2816	1200000054	4.800	35,208	0,007	50,247	0,010	0,003
28000-001-2816	1200000089	4.800	776,055	0,162	984,878	0,205	0,044
28000-001-2816	1200000147	4.800	1.177,476	0,245	1.258,946	0,262	0,017
28000-001-6020	1200003185	3.480	566,559	0,163	827,288	0,238	0,075
28000-001-6020	1200003188	3.480	835,689	0,240	941,838	0,271	0,031
28000-001-6020	1200003191	3.480	25,229	0,007	52,510	0,015	0,008
28000-001-8120	1200003184	6.500	1.081,494	0,166	1.687,068	0,260	0,093
28000-001-8120	1200003187	6.500	1.595,457	0,245	1.806,305	0,278	0,032
28000-001-8120	1200003190	6.500	47,694	0,007	107,357	0,017	0,009
28000-001-8830	1200000521	12.700	2.184,578	0,172	2.873,477	0,226	0,054
28000-001-8830	1200000522	12.700	93,682	0,007	147,134	0,012	0,004
28000-001-8830	1200002309	12.700	3.038,220	0,239	3.575,352	0,282	0,042
28004-001-2810	1200000054	12.100	121,223	0,010	174,180	0,014	0,004
28004-001-2810	1200000088	12.100	174,385	0,014	334,305	0,028	0,013
28004-001-2810	1200000089	12.100	4.415,173	0,365	6.307,319	0,521	0,156
28004-001-8830	1200000050	7.600	2.763,677	0,364	3.903,371	0,514	0,150

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
28004-001-8830	1200000053	7.600	75,994	0,010	127,681	0,017	0,007
28004-001-8830	1200000725	7.600	115,887	0,015	282,073	0,037	0,022
28011-001-2842	1200000089	22.100	7.134,827	0,323	7.846,302	0,355	0,032
28011-001-2842	1200000147	22.100	4.660,411	0,211	6.795,717	0,307	0,097
28011-001-2842	1200000148	22.100	163,217	0,007	285,602	0,013	0,006
28011-001-8820	1200000521	17.620	3.571,063	0,203	4.847,296	0,275	0,072
28011-001-8820	1200001175	17.620	130,051	0,007	230,252	0,013	0,006
28011-001-8820	1200002309	17.620	4.418,141	0,251	6.511,851	0,370	0,119
28021-001-2040	1200000054	6.960	51,371	0,007	95,980	0,014	0,006
28021-001-2040	1200000089	6.960	1.176,662	0,169	1.548,436	0,222	0,053
28021-001-2040	1200000672	6.960	1.200,623	0,173	1.733,887	0,249	0,077
28021-001-2560	1200001162	3.700	564,296	0,153	644,243	0,174	0,022
28021-001-2560	1200001176	3.700	27,179	0,007	52,938	0,014	0,007
28021-001-2560	1200001177	3.700	618,150	0,167	909,071	0,246	0,079
28021-001-8820	1200000050	9.380	1.555,438	0,166	1.766,918	0,188	0,023
28021-001-8820	1200000053	9.380	68,556	0,007	129,746	0,014	0,007
28021-001-8820	1200000976	9.380	1.585,548	0,169	2.448,059	0,261	0,092
28048-002-2860	1200000089	6.100	3.220,995	0,528	3.911,898	0,641	0,113
28048-002-2860	1200000199	6.100	7,941	0,001	108,439	0,018	0,016
28064-001-8000	1200000521	5.700	1.948,405	0,342	2.301,117	0,404	0,062
28064-001-8000	1200000522	5.700	118,808	0,021	131,937	0,023	0,002
28115-001-0770	1200001112	5.900	118,096	0,020	303,979	0,052	0,032
28115-001-0770	1200001113	5.900	42,893	0,007	154,123	0,026	0,019
28115-001-0770	1200003233	5.900	1.960,672	0,332	2.079,361	0,352	0,020

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
28156-001-0770	1200003378	2.000	609,873	0,305	730,610	0,365	0,060
28156-001-0770	1200003379	2.000	32,132	0,016	43,490	0,022	0,006
28156-001-0770	1200003388	2.000	127,896	0,064	199,724	0,100	0,036
28158-001-8000	1200000521	2.200	497,112	0,226	511,925	0,233	0,007
28158-001-8000	1200003381	2.200	1.389,810	0,632	1.665,983	0,757	0,126
28160-001-2800	1200000809	1.900	112,727	0,059	157,526	0,083	0,024
28160-001-2800	1200003133	1.900	646,208	0,340	747,860	0,394	0,054
28161-001-2081	1200003186	6.100	1.295,929	0,212	1.518,751	0,249	0,037
28161-001-2081	1200003192	6.100	64,131	0,011	91,060	0,015	0,004
28161-001-2081	1200003421	6.100	1.126,600	0,185	1.278,793	0,210	0,025
28163-001-0770	1200001073	800	158,622	0,198	212,270	0,265	0,067
28163-001-0770	1200001120	800	8,562	0,011	9,925	0,012	0,002
28163-001-0770	1200003426	800	109,235	0,137	122,234	0,153	0,016
28164-001-8990	1200000088	9.800	212,944	0,022	225,173	0,023	0,001
28164-001-8990	1200000232	9.800	784,190	0,080	864,692	0,088	0,008
28164-001-8990	1200002632	9.800	5.565,755	0,568	6.960,738	0,710	0,142
28165-001-8990	1200000521	11.000	2.330,032	0,212	2.629,479	0,239	0,027
28165-001-8990	1200000522	11.000	109,746	0,010	137,929	0,013	0,003
28165-001-8990	1200003428	11.000	1.799,983	0,164	2.136,691	0,194	0,031
28800-001-0770	1200003502	4.500	940,483	0,209	1.151,722	0,256	0,047
28800-001-0770	1200003503	4.500	899,104	0,200	950,781	0,211	0,011
28800-001-0770	1200003506	4.500	22,704	0,005	51,135	0,011	0,006
28800-001-8000	1200003503	3.200	674,798	0,211	715,284	0,224	0,013
28800-001-8000	1200003504	3.200	626,967	0,196	638,179	0,199	0,004

Tabela 11 – Erros da lista de materiais para cada SKU

(conclusão)

SKU	Malha	Qtde. Produz ida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Médio Planejado por Pijama (Kg/un)	Consumo Real (Kg)	Consumo Médio Real por Pijama (Kg/un)	ErroBOM (Kg/un)
28800- 001-8000	1200003507	3.200	16,238	0,005	39,417	0,012	0,007
Total			174.267,497		216.542,685		

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE B – Custo de produção não previsto por SKU no período analisado

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU no período analisado

(continua)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
20000-002-0771	1200000521	5.700	796,665	817,819	21,154	51,21	1.083,30
20000-002-0771	1200001073	5.700	621,149	761,450	140,301	52,87	7.417,71
20000-002-0771	1200001120	5.700	39,718	70,729	31,011	55,27	1.713,98
20000-002-2081	1200001073	5.500	718,286	761,822	43,536	52,87	2.301,75
20000-002-2081	1200003186	5.500	549,400	794,926	245,526	52,22	12.821,37
20000-002-2081	1200003192	5.500	37,117	55,367	18,250	55,10	1.005,58
20000-002-2800	1200000050	13.400	1.683,437	1.762,825	79,388	51,55	4.092,45
20000-002-2800	1200000054	13.400	92,571	135,148	42,577	52,76	2.246,36
20000-002-2800	1200000089	13.400	1.428,570	1.794,782	366,212	50,37	18.446,10
20000-002-2816	1200000054	4.900	33,602	51,733	18,131	52,76	956,59
20000-002-2816	1200000089	4.900	512,196	692,327	180,131	50,37	9.073,20
20000-002-2816	1200000147	4.900	662,705	794,258	131,553	46,13	6.068,54
20000-002-6020	1200003185	3.000	311,491	444,890	133,399	46,02	6.139,02
20000-002-6020	1200003188	3.000	387,653	409,163	21,510	52,29	1.124,76
20000-002-6020	1200003191	3.000	20,529	40,660	20,131	52,76	1.062,11
20000-002-8120	1200003184	4.800	496,878	714,694	217,816	51,60	11.239,31
20000-002-8120	1200003187	4.800	628,355	655,234	26,879	55,90	1.502,54
20000-002-8120	1200003190	4.800	32,812	56,380	23,568	59,61	1.404,89
20000-002-8830	1200000521	4.900	530,771	639,945	109,174	51,21	5.590,80
20000-002-8830	1200000522	4.900	34,059	55,488	21,429	50,83	1.089,24
20000-002-8830	1200002309	4.900	681,568	813,488	131,920	51,92	6.849,29
20011-001-2842	1200000089	7.720	922,650	1.470,046	547,396	50,37	27.572,34
20011-001-2842	1200000147	7.720	976,312	1.435,848	459,536	46,13	21.198,40

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
20011-001-2842	1200000148	7.720	53,743	87,472	33,729	52,15	1.758,97
20011-001-8820	1200000521	9.060	1.067,898	1.621,692	553,794	51,21	28.359,79
20011-001-8820	1200001175	9.060	62,721	107,810	45,089	53,78	2.424,89
20011-001-8820	1200002309	9.060	1.130,899	1.813,772	682,873	51,92	35.454,77
20021-001-2040	1200000054	3.600	28,388	42,324	13,936	52,76	735,26
20021-001-2040	1200000089	3.600	350,622	385,033	34,411	50,37	1.733,28
20021-001-2040	1200000672	3.600	429,101	616,839	187,738	56,10	10.532,10
20021-001-2560	1200001162	2.660	234,428	271,876	37,448	51,25	1.919,21
20021-001-2560	1200001176	2.660	18,399	48,635	30,236	50,63	1.530,85
20021-001-2560	1200001177	2.660	284,417	447,199	162,782	56,39	9.179,28
20021-001-8820	1200000050	5.840	505,115	621,420	116,305	51,55	5.995,52
20021-001-8820	1200000053	5.840	40,149	61,587	21,438	51,92	1.113,06
20021-001-8820	1200000976	5.840	669,563	972,408	302,845	51,34	15.548,06
20161-001-2081	1200003186	4.200	514,469	613,507	99,038	52,22	5.171,76
20161-001-2081	1200003192	4.200	39,042	43,995	4,953	55,10	272,91
20161-001-2081	1200003421	4.200	447,305	559,057	111,752	58,63	6.552,02
20163-001-0770	1200001073	1.300	164,989	183,410	18,421	52,87	973,92
20163-001-0770	1200001120	1.300	12,782	16,675	3,893	55,27	215,17
20163-001-0770	1200003426	1.300	100,609	117,943	17,334	52,29	906,39
20164-001-8990	1200000088	4.400	76,948	82,402	5,454	49,21	268,39
20164-001-8990	1200000232	4.400	320,016	327,923	7,907	56,87	449,67
20164-001-8990	1200002632	4.400	1.594,571	1.949,520	354,949	51,70	18.350,86
22325-001-5180	1200000399	4.400	642,165	662,483	20,318	52,16	1.059,79
22325-001-5180	1200003375	4.400	307,394	337,974	30,580	55,28	1.690,46
22326-001-2800	1200003377	2.700	364,979	408,360	43,381	50,30	2.182,06

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
22326-001-2800	1200003387	2.700	490,745	513,990	23,245	56,14	1.304,97
22326-001-5700	1200003371	4.400	806,359	855,919	49,560	52,14	2.584,06
22326-001-5700	1200003376	4.400	605,377	662,405	57,028	54,60	3.113,73
22331-001-4060	1200003268	3.900	539,531	550,660	11,129	50,68	564,02
22331-001-4060	1200003429	3.900	355,873	392,500	36,627	52,25	1.913,76
22333-001-4060	1200003268	3.400	86,264	98,891	12,627	50,68	639,94
22333-001-4060	1200003429	3.400	509,238	543,167	33,929	52,25	1.772,79
22334-001-8990	1200000088	5.900	126,624	131,187	4,563	49,21	224,55
22334-001-8990	1200000232	5.900	337,831	362,974	25,143	56,87	1.429,88
22334-001-8990	1200002632	5.900	1.814,201	2.380,696	566,495	51,70	29.287,79
22344-001-5650	1200003426	5.500	410,609	497,656	87,047	52,29	4.551,69
22344-001-5650	1200003541	5.500	579,159	623,542	44,383	48,75	2.163,67
22345-001-5100	1200003433	6.300	621,521	637,768	16,247	55,65	904,15
22345-001-5100	1200003456	6.300	713,033	746,960	33,927	53,90	1.828,67
24110-002-2805	1200001111	12.400	5.202,943	6.454,433	1.251,490	54,12	67.730,64
24110-002-2805	1200003222	12.400	1.647,690	2.015,987	368,297	51,94	19.129,35
24110-002-2805	1200003223	12.400	1.235,118	1.464,786	229,668	48,54	11.148,08
24110-002-8300	1200000813	10.700	1.577,898	1.771,277	193,379	52,14	10.082,78
24110-002-8300	1200001082	10.700	279,069	337,603	58,534	56,49	3.306,59
24110-002-8300	1200003222	10.700	3.811,380	4.364,290	552,910	51,94	28.718,15
24110-002-8300	1200003223	10.700	789,330	1.099,000	309,670	48,54	15.031,38
24243-002-0770	1200000811	5.500	1.825,254	2.260,417	435,163	48,50	21.105,41
24243-002-0770	1200000813	5.500	87,322	167,857	80,535	52,14	4.199,09
24243-002-5360	1200000813	5.800	92,086	139,916	47,830	52,14	2.493,86
24243-002-5360	1200001194	5.800	1.561,432	2.384,267	822,835	54,68	44.992,62

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
24243-002-8000	1200000813	1.400	22,227	32,713	10,486	52,14	546,74
24243-002-8000	1200000817	1.400	443,108	579,935	136,827	52,76	7.218,99
24280-001-8300	1200001194	10.460	332,104	416,950	84,846	54,68	4.639,38
24280-001-8300	1200003222	10.460	4.403,671	5.490,602	1.086,931	51,94	56.455,20
24280-001-8300	1200003223	10.460	775,587	1.153,777	378,190	48,54	18.357,34
24281-001-2800	1200000809	5.360	402,387	509,101	106,714	52,38	5.589,68
24281-001-2800	1200000974	5.360	2.052,766	2.472,556	419,790	52,70	22.122,93
24292-001-0770	1200000811	4.120	932,377	1.004,557	72,180	48,50	3.500,73
24292-001-0770	1200003057	4.120	578,301	705,728	127,427	49,39	6.293,62
24292-001-1110	1200003372	2.200	471,349	491,967	20,618	48,50	999,97
24292-001-1110	1200003373	2.200	337,331	369,095	31,764	49,66	1.577,40
24292-001-1830	1200000813	4.440	1.002,660	1.139,890	137,230	52,14	7.155,17
24292-001-1830	1200003057	4.440	623,214	780,540	157,326	49,39	7.770,33
24323-001-5700	1200000816	5.700	149,439	183,085	33,646	49,23	1.656,39
24323-001-5700	1200003371	5.700	1.763,761	1.970,369	206,608	52,14	10.772,54
24323-001-8000	1200000816	5.300	147,479	161,658	14,179	49,23	698,03
24323-001-8000	1200000817	5.300	1.697,976	1.911,224	213,248	52,76	11.250,96
24325-001-5180	1200000399	2.900	576,111	587,264	11,153	52,16	581,74
24325-001-5180	1200003375	2.900	229,309	295,995	66,686	55,28	3.686,40
24326-001-2800	1200003377	5.400	1.121,106	1.171,865	50,759	50,30	2.553,18
24326-001-2800	1200003387	5.400	1.328,852	1.384,260	55,408	56,14	3.110,61
24326-001-5700	1200003371	4.940	1.245,256	1.307,292	62,036	52,14	3.234,56
24326-001-5700	1200003376	4.940	1.036,642	1.100,323	63,681	54,60	3.476,98
24331-001-4060	1200003268	3.700	731,226	767,114	35,888	50,68	1.818,80
24331-001-4060	1200003429	3.700	458,840	505,689	46,849	52,25	2.447,86

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
24333-001-4060	1200003268	2.200	45,076	53,191	8,115	50,68	411,27
24333-001-4060	1200003429	2.200	458,306	526,900	68,594	52,25	3.584,04
24334-001-8990	1200000088	10.240	187,987	276,594	88,607	49,21	4.360,35
24334-001-8990	1200000232	10.240	824,525	976,828	152,303	56,87	8.661,47
24334-001-8990	1200002632	10.240	4.822,423	6.807,261	1.984,838	51,70	102.616,12
24341-001-8000	1200000816	5.000	105,618	115,878	10,260	49,23	505,10
24341-001-8000	1200000817	5.000	1.364,972	1.896,029	531,057	52,76	28.018,57
24342-001-1110	1200003446	6.200	1.514,171	1.595,927	81,756	50,18	4.102,52
24343-001-1110	1200003446	3.200	685,057	756,066	71,009	50,18	3.563,23
24344-001-5650	1200003426	4.100	444,306	525,118	80,812	52,29	4.225,66
24344-001-5650	1200003541	4.100	820,089	832,535	12,446	48,75	606,74
24345-001-5100	1200003433	3.400	438,678	550,925	112,247	55,65	6.246,55
24345-001-5100	1200003456	3.400	485,112	496,730	11,618	53,90	626,21
24346-001-6020	1200003185	3.700	665,848	739,794	73,946	46,02	3.402,99
24346-001-6020	1200003501	3.700	417,953	506,503	88,550	55,10	4.879,11
24347-001-6020	1200003185	1.600	515,226	536,780	21,554	46,02	991,92
24400-001-5320	1200000088	3.800	93,700	103,235	9,535	49,21	469,22
24400-001-5320	1200003508	3.800	1.130,453	1.434,468	304,015	50,88	15.468,28
24400-001-8000	1200000088	5.700	225,300	240,376	15,076	49,21	741,89
24400-001-8000	1200003503	5.700	1.801,609	2.235,055	433,446	53,17	23.046,32
28000-001-0771	1200000521	11.300	2.383,126	2.470,270	87,144	51,21	4.462,64
28000-001-0771	1200001073	11.300	1.931,881	2.634,988	703,107	52,87	37.173,27
28000-001-0771	1200001120	11.300	83,159	153,386	70,227	55,27	3.881,45
28000-001-2081	1200001073	3.600	890,175	1.025,464	135,289	52,87	7.152,73
28000-001-2081	1200003186	3.600	598,192	847,834	249,642	52,22	13.036,31

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produ zida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preç o Malh a (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
28000-001-2081	1200003192	3.600	26,414	48,437	22,023	55,10	1.213,47
28000-001-2800	1200000050	18.900	3.769,066	3.925,878	156,812	51,55	8.083,66
28000-001-2800	1200000054	18.900	138,670	255,419	116,749	52,76	6.159,68
28000-001-2800	1200000089	18.900	3.143,429	4.322,929	1.179,500	50,37	59.411,42
28000-001-2816	1200000054	4.800	35,208	50,247	15,039	52,76	793,46
28000-001-2816	1200000089	4.800	776,055	984,878	208,823	50,37	10.518,41
28000-001-2816	1200000147	4.800	1.177,476	1.258,946	81,470	46,13	3.758,21
28000-001-6020	1200003185	3.480	566,559	827,288	260,729	46,02	11.998,75
28000-001-6020	1200003188	3.480	835,689	941,838	106,149	52,29	5.550,53
28000-001-6020	1200003191	3.480	25,229	52,510	27,281	52,76	1.439,35
28000-001-8120	1200003184	6.500	1.081,494	1.687,068	605,574	51,60	31.247,62
28000-001-8120	1200003187	6.500	1.595,457	1.806,305	210,848	55,90	11.786,40
28000-001-8120	1200003190	6.500	47,694	107,357	59,663	59,61	3.556,51
28000-001-8830	1200000521	12.700	2.184,578	2.873,477	688,899	51,21	35.278,52
28000-001-8830	1200000522	12.700	93,682	147,134	53,452	50,83	2.716,97
28000-001-8830	1200002309	12.700	3.038,220	3.575,352	537,132	51,92	27.887,89
28004-001-2810	1200000054	12.100	121,223	174,180	52,957	52,76	2.794,01
28004-001-2810	1200000088	12.100	174,385	334,305	159,920	49,21	7.869,66
28004-001-2810	1200000089	12.100	4.415,173	6.307,319	1.892,146	50,37	95.307,39
28004-001-8830	1200000050	7.600	2.763,677	3.903,371	1.139,694	51,55	58.751,23
28004-001-8830	1200000053	7.600	75,994	127,681	51,687	51,92	2.683,59
28004-001-8830	1200000725	7.600	115,887	282,073	166,186	54,90	9.123,61
28011-001-2842	1200000089	22.100	7.134,827	7.846,302	711,475	50,37	35.837,00
28011-001-2842	1200000147	22.100	4.660,411	6.795,717	2.135,306	46,13	98.501,67
28011-001-2842	1200000148	22.100	163,217	285,602	122,385	52,15	6.382,38

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado

(continuação)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
28011-001-8820	1200000521	17.620	3.571,063	4.847,296	1.276,233	51,21	65.355,89
28011-001-8820	1200001175	17.620	130,051	230,252	100,201	53,78	5.388,81
28011-001-8820	1200002309	17.620	4.418,141	6.511,851	2.093,710	51,92	108.705,42
28021-001-2040	1200000054	6.960	51,371	95,980	44,609	52,76	2.353,57
28021-001-2040	1200000089	6.960	1.176,662	1.548,436	371,774	50,37	18.726,26
28021-001-2040	1200000672	6.960	1.200,623	1.733,887	533,264	56,10	29.916,11
28021-001-2560	1200001162	3.700	564,296	644,243	79,947	51,25	4.097,28
28021-001-2560	1200001176	3.700	27,179	52,938	25,759	50,63	1.304,18
28021-001-2560	1200001177	3.700	618,150	909,071	290,921	56,39	16.405,04
28021-001-8820	1200000050	9.380	1.555,438	1.766,918	211,480	51,55	10.901,79
28021-001-8820	1200000053	9.380	68,556	129,746	61,190	51,92	3.176,98
28021-001-8820	1200000976	9.380	1.585,548	2.448,059	862,511	51,34	44.281,31
28048-002-2860	1200000089	6.100	3.220,995	3.911,898	690,903	50,37	34.800,78
28048-002-2860	1200000199	6.100	7,941	108,439	100,498	53,39	5.365,59
28064-001-8000	1200000521	5.700	1.948,405	2.301,117	352,712	51,21	18.062,38
28064-001-8000	1200000522	5.700	118,808	131,937	13,129	50,83	667,35
28115-001-0770	1200001112	5.900	118,096	303,979	185,883	51,88	9.643,61
28115-001-0770	1200001113	5.900	42,893	154,123	111,230	53,67	5.969,71
28115-001-0770	1200003233	5.900	1.960,672	2.079,361	118,689	56,59	6.716,61
28156-001-0770	1200003378	2.000	609,873	730,610	120,737	54,74	6.609,14
28156-001-0770	1200003379	2.000	32,132	43,490	11,358	49,10	557,68
28156-001-0770	1200003388	2.000	127,896	199,724	71,828	54,61	3.922,53
28158-001-8000	1200000521	2.200	497,112	511,925	14,813	51,21	758,57
28158-001-8000	1200003381	2.200	1.389,810	1.665,983	276,173	57,41	15.855,09
28160-001-2800	1200000809	1.900	112,727	157,526	44,799	52,38	2.346,57

Tabela 12 – Custo de produção não previsto por SKU durante o período analisado
(conclusão)

SKU	Malha	Qtde. Produzida (un)	Consumo Planejado (Kg)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Preço Malha (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)
28160-001-2800	1200003133	1.900	646,208	747,860	101,652	48,40	4.919,96
28161-001-2081	1200003186	6.100	1.295,929	1.518,751	222,822	52,22	11.635,76
28161-001-2081	1200003192	6.100	64,131	91,060	26,929	55,10	1.483,79
28161-001-2081	1200003421	6.100	1.126,600	1.278,793	152,193	58,63	8.923,08
28163-001-0770	1200001073	800	158,622	212,270	53,648	52,87	2.836,37
28163-001-0770	1200001120	800	8,562	9,925	1,363	55,27	75,33
28163-001-0770	1200003426	800	109,235	122,234	12,999	52,29	679,72
28164-001-8990	1200000088	9.800	212,944	225,173	12,229	49,21	601,79
28164-001-8990	1200000232	9.800	784,190	864,692	80,502	56,87	4.578,15
28164-001-8990	1200002632	9.800	5.565,755	6.960,738	1.394,983	51,70	72.120,62
28165-001-8990	1200000521	11.000	2.330,032	2.629,479	299,447	51,21	15.334,68
28165-001-8990	1200000522	11.000	109,746	137,929	28,183	50,83	1.432,54
28165-001-8990	1200003428	11.000	1.799,983	2.136,691	336,708	52,12	17.549,22
28800-001-0770	1200003502	4.500	940,483	1.151,722	211,239	52,94	11.182,99
28800-001-0770	1200003503	4.500	899,104	950,781	51,677	53,17	2.747,67
28800-001-0770	1200003506	4.500	22,704	51,135	28,431	55,57	1.579,91
28800-001-8000	1200003503	3.200	674,798	715,284	40,486	53,17	2.152,64
28800-001-8000	1200003504	3.200	626,967	638,179	11,212	51,46	576,97
28800-001-8000	1200003507	3.200	16,238	39,417	23,179	53,88	1.248,88
Total			174.267,497	216.542,685	42.275,188		2.178.548,855

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE C – Custo real e custo não previsto por malha no período analisado

Tabela 13 – Custo real e custo não previsto por malha no período analisado

(continua)

Malha	Preço Malha (R\$)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Custo Real (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)	Percentual do Custo Não Previsto (%)
1200000521	51,21	18.713,020	3.403,370	958.293,75	174.286,58	18,19
1200001073	52,87	5.579,404	1.094,302	294.983,09	57.855,75	19,61
1200001120	55,27	250,715	106,494	13.857,02	5.885,92	42,48
1200003186	52,22	3.775,018	817,028	197.131,44	42.665,20	21,64
1200003192	55,10	238,859	72,155	13.161,13	3.975,74	30,21
1200000050	51,55	11.980,412	1.703,679	617.590,24	87.824,65	14,22
1200000054	52,76	805,031	303,998	42.473,44	16.038,93	37,76
1200000089	50,37	29.263,950	6.182,771	1.474.025,16	311.426,18	21,13
1200000147	46,13	10.284,769	2.807,865	474.436,39	129.526,81	27,30
1200003185	46,02	2.548,752	489,628	117.293,57	22.532,68	19,21
1200003188	52,29	1.351,001	127,659	70.643,84	6.675,29	9,45
1200003191	52,76	93,170	47,412	4.915,65	2.501,46	50,89
1200003184	51,60	2.401,762	823,390	123.930,92	42.486,92	34,28
1200003187	55,90	2.461,539	237,727	137.600,03	13.288,94	9,66
1200003190	59,61	163,737	83,231	9.760,36	4.961,40	50,83
1200000522	50,83	472,488	116,193	24.016,57	5.906,09	24,59
1200002309	51,92	12.714,463	3.445,635	660.134,92	178.897,37	27,10
1200000148	52,15	373,074	156,114	19.455,81	8.141,35	41,85
1200001175	53,78	338,062	145,290	18.180,97	7.813,70	42,98
1200000672	56,10	2.350,726	721,002	131.875,73	40.448,21	30,67
1200001162	51,25	916,119	117,395	46.951,10	6.016,49	12,81
1200001176	50,63	101,573	55,995	5.142,64	2.835,03	55,13
1200001177	56,39	1.356,270	453,703	76.480,07	25.584,31	33,45
1200000053	51,92	319,014	134,315	16.563,21	6.973,63	42,10
1200000976	51,34	3.420,467	1.165,356	175.606,78	59.829,38	34,07
1200003421	58,63	1.837,850	263,945	107.753,15	15.475,10	14,36
1200003426	52,29	1.262,951	198,192	66.039,71	10.363,46	15,69
1200000088	49,21	1.393,272	295,384	68.562,92	14.535,85	21,20
1200000232	56,87	2.532,417	265,855	144.018,55	15.119,17	10,50
1200002632	51,70	18.098,215	4.301,265	935.677,72	222.375,40	23,77
1200000399	52,16	1.249,747	31,471	65.186,80	1.641,53	2,52

Tabela 13 – Custo real e custo não previsto por malha no período analisado

(continuação)

Malha	Preço Malha (R\$)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Custo Real (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)	Percentual do Custo Não Previsto (%)
1200003375	55,28	633,969	97,266	35.045,81	5.376,86	15,34
1200003377	50,30	1.580,225	94,140	79.485,32	4.735,24	5,96
1200003387	56,14	1.898,250	78,653	106.567,76	4.415,58	4,14
1200003371	52,14	4.133,580	318,204	215.524,86	16.591,16	7,70
1200003376	54,60	1.762,728	120,709	96.244,95	6.590,71	6,85
1200003268	50,68	1.469,856	67,759	74.492,30	3.434,03	4,61
1200003429	52,25	1.968,256	185,999	102.841,38	9.718,45	9,45
1200003541	48,75	1.456,077	56,829	70.983,75	2.770,41	3,90
1200003433	55,65	1.188,693	128,494	66.150,77	7.150,69	10,81
1200003456	53,90	1.243,690	45,545	67.034,89	2.454,88	3,66
1200001111	54,12	6.454,433	1.251,490	349.313,91	67.730,64	19,39
1200003222	51,94	11.870,879	2.008,138	616.573,46	104.302,69	16,92
1200003223	48,54	3.717,563	917,528	180.450,51	44.536,81	24,68
1200000813	52,14	3.251,653	469,460	169.541,19	24.477,64	14,44
1200001082	56,49	337,603	58,534	19.071,19	3.306,59	17,34
1200000811	48,50	3.264,974	507,343	158.351,24	24.606,14	15,54
1200001194	54,68	2.801,217	907,681	153.170,55	49.632,00	32,40
1200000817	52,76	4.387,188	881,132	231.468,04	46.488,52	20,08
1200000809	52,38	666,627	151,513	34.917,92	7.936,25	22,73
1200000974	52,70	2.472,556	419,790	130.303,70	22.122,93	16,98
1200003057	49,39	1.486,268	284,753	73.406,78	14.063,95	19,16
1200003372	48,50	491,967	20,618	23.860,40	999,97	4,19
1200003373	49,66	369,095	31,764	18.329,26	1.577,40	8,61
1200000816	49,23	460,621	58,085	22.676,37	2.859,52	12,61
1200003446	50,18	2.351,993	152,765	118.023,01	7.665,75	6,50
1200003501	55,10	506,503	88,550	27.908,32	4.879,11	17,48
1200003508	50,88	1.434,468	304,015	72.985,73	15.468,28	21,19
1200003503	53,17	3.901,120	525,609	207.422,55	27.946,63	13,47
1200000725	54,90	282,073	166,186	15.485,81	9.123,61	58,92
1200000199	53,39	108,439	100,498	5.789,56	5.365,59	92,68
1200001112	51,88	303,979	185,883	15.770,43	9.643,61	61,15
1200001113	53,67	154,123	111,230	8.271,78	5.969,71	72,17
1200003233	56,59	2.079,361	118,689	117.671,04	6.716,61	5,71

Tabela 13 – Custo real e custo não previsto por malha no período analisado

(conclusão)

Malha	Preço Malha (R\$)	Consumo Real (Kg)	Consumo Não Planejado (Kg)	Custo Real (R\$)	Custo Não Previsto (R\$)	Percentual do Custo Não Previsto (%)
1200003378	54,74	730,610	120,737	39.993,59	6.609,14	16,53
1200003379	49,10	43,490	11,358	2.135,36	557,68	26,12
1200003388	54,61	199,724	71,828	10.906,93	3.922,53	35,96
1200003381	57,41	1.665,983	276,173	95.644,08	15.855,09	16,58
1200003133	48,40	747,860	101,652	36.196,42	4.919,96	13,59
1200003428	52,12	2.136,691	336,708	111.364,33	17.549,22	15,76
1200003502	52,94	1.151,722	211,239	60.972,16	11.182,99	18,34
1200003506	55,57	51,135	28,431	2.841,57	1.579,91	55,60
1200003504	51,46	638,179	11,212	32.840,69	576,97	1,76
1200003507	53,88	39,417	23,179	2.123,79	1.248,88	58,80
Total		216.542,69	42.275,19	11.191.896,10	2.178.548,86	19,47

Fonte: Autoria própria