

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

ISABELLE MARINA EXPOSTO

PREVISÃO DE DEMANDA DE PERFIS DE PVC

Botucatu – SP
Novembro – 2014

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL

ISABELLE MARINA EXPOSTO

PREVISÃO DE DEMANDA DE PERFIS DE PVC

Orientador: Prof. Ms. Gilson Eduardo Tarrento

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à FATEC – Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Produção Industrial.

Botucatu-SP
Novembro – 2014

RESUMO

Com a grande competitividade presente no mercado, as empresas vêm sendo obrigadas a inovar e a se adaptar às necessidades dos clientes. O setor de Planejamento Programação e Controle da Produção(PPCP) está diretamente relacionado à adequação ao mercado, pois dele partem decisões estratégicas que refletem diretamente na empresa, no que se refere a presente e futuro. Como o principal objetivo da empresa é o lucro, previsões de demanda, tanto de mercado (que refere-se a o que vender e quanto produzir) quanto de materiais (a quantidade correta de insumo a ser utilizado na produção do bem final) corretas tornam-se imprescindíveis. Para tanto, neste trabalho foram aplicados os métodos de Regressão Linear, que se baseia em projeções de períodos futuros, em dados históricos de demanda em Média Móvel Ponderada, a qual se baseia em projeções de períodos futuros em três ou quatro últimos períodos, além de analisar as principais causas de dispersões entre demanda e consumo de perfis de PVC utilizando-se do Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa) e sugerir planos de ação para solucionar as causas relativas aos efeitos desencadeados no processo produtivo. As informações necessárias foram retiradas de um sistema informatizado utilizado pela empresa denominado EMS na versão 2.6, da empresa DATASUL, onde foi possível levantar dados históricos do período, compreendendo o período de 30 de dezembro de 2013 à 03 de outubro de 2014, com o objetivo de diminuir atrasos no ciclo do produto final e diminuir estoques desnecessários. Embora os dados coletados ainda não sejam suficientemente robustos devido ao seu breve período e por não terem sido feitos novos cálculos que comprovem efetivamente a eficácia de ambos os métodos, pode-se notar diminuições entre as dispersões entre demanda e consumo a partir das previsões de demanda no primeiro período calculado de em média 2,08% no perfil de PVC A, de 1,73% no perfil de PVC B e de 15,83% no perfil de PVC C, o que indica que o método deve continuar a ser aplicado e que se aliado aos planos de ação apontados, o problema será atenuado e solucionado.

PALAVRAS-CHAVE: Previsão de demanda. Planejamento, Programação e Controle da Produção. Regressão Linear. Média móvel ponderada.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Diagrama de Ishikawa (uma das sete ferramentas de qualidade) para correlação do efeito e suas causas.....	22
2 - Formulário do plano de ação.....	23
3 - Dados históricos de demanda e de consumo dos perfis A, B e C.....	24
4 - Quantidade demandada x quantidade consumida do perfil A.....	25
5 - Previsão de demanda para o período de 06/10 a 17/10 através do método de regressão linear para o perfil de PVC A.....	26
6 - Linha de tendência para o perfil de PVC A no período de 06/10 a 17/10.....	27
7 - Previsão de demanda para o período de 03/10 a 17/10 através do método de Média Móvel Ponderada.....	27
8 - Quantidade demandada x quantidade consumida do perfil B.....	28
9 - Previsão de demanda para o período de 06/10 a 17/10 através do método de regressão linear para o perfil de PVC B.....	29
10 - Linha de tendência para o perfil de PVC B no período de 06/10 a 17/10.....	30
11 - Previsão de demanda para o período de 03/10 a 17/10 através do método de Média Móvel Ponderada.....	30
12 - Quantidade demandada x quantidade consumida do perfil C.....	31
13 - Previsão de demanda para o período de 06/10 a 17/10 através do método de regressão linear para o perfil de PVC C.....	32
14 - Linha de tendência para o perfil de PVC C no período de 06/10 a 17/10.....	33
15 - Dispersão entre previsão de demanda e quantidade demandada em receita do perfil A.....	34
16 - Dispersão entre previsão de demanda e consumo realizado do perfil A.....	34
17 - Dispersão entre previsão de demanda e quantidade demandada em receita do perfil B.....	35
18 - Dispersão entre previsão de demanda e consumo realizado do perfil B.....	35
19 - Dispersão entre previsão de demanda e quantidade demandada em receita do perfil C.....	36
20 - Dispersão entre previsão de demanda e consumo realizado do perfil C.....	36
21 - Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa).....	37
22 - Sugestões de plano de ação utilizando a ferramenta 5W+1H.....	39

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

PVC = Policloreto de vinila

PPCP = Planejamento, programação e controle da produção

et al. = Colaboradores da obra

EMS = Enterprise Management System

a = Intersecção da linha no eixo y

b = Inclinação da linha

x = Período considerável ou variável independente

y = Variável dependente a ser calculada pela equação

$A_{t,n}$ = Demanda real de período passado

F_t = Previsão para o período desejado

w_n = Peso a ser atribuído à ocorrência real para o período

$\sum x$ = Somatória do período considerável ou variável independente

$\sum y$ = Somatória da variável dependente a ser calculada pela equação

MMP3 = Média Móvel Ponderada considerando a demanda dos três períodos anteriores

MMP4 = Média Móvel Ponderada considerando a demanda dos quatro períodos anteriores

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 Objetivo	6
1.2 Justificativa	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Planejamento e controle	8
2.2 Itens dependentes e independentes	10
2.3 Gestão da demanda	11
2.3.1 Métodos qualitativos	12
2.3.1.1 Força de vendas	12
2.3.1.2 Júri de executivos	12
2.3.1.3 Pesquisa de mercado	13
2.3.1.4 Método Dhelphi	13
2.3.2 Métodos quantitativos	14
2.3.2.1 Séries causais	14
2.3.2.2 Séries temporais	14
2.3.2.2.1 Linhas de tendência	15
2.3.2.2.2 Previsão ingênua	16
2.3.3 Média	16
2.3.3.1 Média móvel simples	16
2.3.3.2 Média móvel ponderada	17
2.4 Ferramentas da qualidade	17
2.4.1 Diagrama de causa e efeito	17
2.4.2 Plano de ação	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Materiais	19
3.2 Métodos	20
3.2.1 Previsão de demanda	20
3.2.2 Causa raiz e plano de ação	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Previsão de demanda	24
4.1.1 Perfil A	25
4.1.2 Perfil B	28
4.1.3 Perfil C	31
4.1.4 Dispersões	33
4.1.4.1 Perfil A	33
4.1.4.2 Perfil B	34
4.1.4.3 Perfil C	35
4.2 Plano de ação	37
4.2.1 Diagrama de Ishikawa	37
4.2.1.1 Mão de obra	37
4.2.1.2 Método	38
4.2.2 Plano de ação (5W+1H)	39
4.2.2.1 Criação de um processo de corte dos perfis de PVC	39
4.2.2.2 Alterar o cálculo da quantidade de perfil de PVC a ser incluída na estrutura	40
4.2.2.3 Conscientizar os colaboradores	40
4.2.2.4 Definir um método de previsão de demanda e margem de risco	40
5 CONCLUSÃO	42

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário competitivo e globalizado que o atual setor industrial está inserido, torna-se fundamental que os gestores de produção utilizem, de forma intensiva, as técnicas de programação, planejamento e controle da produção (PPCP).

Neste contexto, os métodos de previsão de demanda auxiliam no planejamento da produção, haja visto que, para dimensionar e alocar os recursos de produção (matéria-prima, máquinas e/ou equipamentos, instalações, mão-de-obra, etc.), é necessário estimar uma demanda para a adequada alocação de recursos e assim evitar um descompasso entre demanda e capacidade de produção. Complementando, Slack et al. (2006) apontam que o planejamento eficaz da produção contribui para a garantia de entrega de pedidos na qualidade, quantidade e prazo especificado pelo cliente. Com relação a previsão de demanda, Jacobs e Chase (2009), apontam os métodos qualitativos, as séries temporais e causais e as simulações como sendo os mais utilizados.

1.1 Objetivo

Este trabalho teve como objetivo aplicar métodos de previsão de demanda a fim de dimensionar o estoque para suprir as necessidades de perfil de policloreto de vinila (PVC) da linha de montagem, encontrando as causas fundamentais da dispersão do consumo e sugerindo planos de ação em uma indústria encarroçadora de ônibus.

1.2 Justificativa

A empresa objeto desta pesquisa encontra certa dificuldade ao planejar a quantidade a ser comprada e fixar uma data de necessidade para a entrega dos perfis de PVC devido à ausência de um método de previsão que aponte corretamente a demanda, o que acarreta em um descompasso, gerando estocagem desnecessária ou falta deste material no processo produtivo, o que acarreta no prolongamento do tempo de ciclo do produto em linha e gastos desnecessários, exatamente o que deve ser evitado pelas empresas que desejam se estabelecer ou até mesmo se manter como líder de mercado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Planejamento e controle

O planejamento da produção é fundamental para o processo de tomada de decisões em uma organização fabril. Neste contexto, Slack *et al.* (2006, p. 232) define um plano de produção como sendo: “uma formalização do que se pretende que aconteça em um determinado momento no futuro.”.

Complementando a definição, Martins e Laugeni (2005, p. 226) apontam que planejamento é o “[...] processo lógico que descreve as atividades necessárias para ir do ponto no qual a organização se encontra até o objetivo definido [...]”.

Contribuindo, Chiavenato (2008, p.49), descreve que “Nenhuma empresa funciona na base da improvisação. Nada é feito aleatoriamente. Tudo precisa ser planejado antecipadamente para evitar desperdícios, perdas de tempo, atrasos ou antecipações desnecessários.”.

Ainda segundo Chiavenato (2008, p.50) “O planejamento de produção é o estabelecimento, a priori, daquilo que a empresa deverá produzir, tendo em vista, de um lado, a sua capacidade de produção e, de outro, a previsão de vendas que deve ser atendida.”.

Sobretudo, Martins e Laugeni (2005, p.213) afirmam que “[...] o sistema de programação, planejamento e controle da produção (PPCP) é uma área de decisão da manufatura cujo objetivo corresponde tanto ao planejamento como ao controle dos recursos do processo produtivo a fim de gerar bens e serviços.”.

Slack *et al.* (2006) declaram como o propósito do planejamento e do controle garantir que a produção ocorra eficazmente e produza seus produtos e serviços na quantidade

adequada, no momento adequado e no nível de qualidade adequado. O PPCP é quem se preocupa com o andamento do sistema no dia-a-dia.

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p.526) “[...] As empresas devem assegurar que todos os recursos de que necessitam para gerar serviços ou produtos estejam disponíveis no tempo correto [...]”.

Chiavenato (2008, p.50) aponta que este departamento ” procura coordenar e integrar máquinas, pessoas, matérias primas, materiais em vias e processos produtivos em um todo sistêmico e harmonioso.” (CHIAVENATO, 2008, p.50)

Segundo Vollmann *et al.* (2006) “[...] A tarefa essencial do PCP é gerenciar com eficiência o fluxo de material, a utilização de pessoas e equipamentos [...]”.

Moreira (2011, p.293) enfatiza que o planejamento é composto e/ou deriva de decisões e cita como exemplo:

- A quantidade a ser fabricada nos próximos dias, semanas ou meses;
- Os tipos de produtos a se oferecer daqui a três ou dez anos;
- A evolução tecnológica dos próximos anos;
- As necessidades de investimentos no futuro;
- Implementação de novas tecnologias e processos;
- Ampliação e construção de novas instalações;
- Contratações futuras e treinamento;
- A necessidade de matéria-prima, dentre outros.

Entretanto, Slack *et al.* (2006, p. 232) previne “Quando operações tentam implementar planos, as coisas nem sempre acontecem como esperado.”, e Moreira (2011, p.293) completa “[...] quanto maior o período coberto pelo planejamento, menor a precisão com que se pode contar, com a eliminação cada vez maior de detalhes.”.

O controle completa o planejamento, regulando e guiando as atividades da empresa a fim de garantir que os objetivos almejados sejam alcançados. O controle existe porque sempre algo se desvia do que foi anteriormente planejado (CHIAVENATO, 2008). O próprio Chiavenato (2008, p.97 e 98) completa dizendo que “[...] A tarefa do controle é verificar se tudo está sendo feito conforme o que foi planejado e organizado, de acordo com as ordens dadas para identificar erros ou desvios, a fim de corrigi-los e evitar sua repetição.” O controle visa detectar falhas e erros, apontar medidas corretivas para elas e apontar meios de evitá-las no futuro (CHIAVENATO, 2008).

Slack *et al.* (2006, p. 231) salienta que “Em qualquer operação o fornecimento de recursos não é infinito” e cita como exemplo que as instalações elétricas de um concerto poderiam ser feitas em algumas horas se houvessem vários eletricitas, no entanto poderia tornar-se oneroso, ao mesmo tempo em que poderia ser feito por uma quantidade menor de eletricitas em um período maior de tempo, ou até mesmo poderia haver uma limitação física no que tange a quantidade de eletricitas.

2.2 Itens dependentes e independentes

Segundo Ballesterro-Alvarez (2010) a produção possui autonomia e liberdade para manterem o seu próprio ritmo, conhecido pela administração de produção como sendo independência, o que o quanto o nível de um estoque intermediário afetaria a fase seguinte. Quanto maiores forem os estoques entre uma fase e a outra, elas serão independentes entre si, o que significa que a produção da segunda não seria afetada pela falta de material da primeira, porém se os estoques forem justos, e houver possibilidade de a segunda fase ser prejudicada pela primeira, pode-se dizer que se trata de uma produção independente, isso quer dizer que:

- a demanda do item independente tem de ser prevista;
- a demanda do item dependente pode ser calculada.

Ballesterro-Alvarez (2010) afirma que por existir dois padrões básicos de consumo ao longo do tempo, eles são denominados como demanda dependente e demanda independente.

Jacobs e Chase (2009) definem a demanda independente como sendo a quantidade a se produzir de um produto que a empresa conseguirá vender, pois sua demanda não poderá ser obtida através de outros produtos.

Ballesterro-Alvarez (2010) completa quando afirma que a demanda independente depende das condições de mercado e foge ao controle da empresa, ou seja, independente do que a empresa faça, ela continuará dependendo do mercado e a sua previsão está sujeita a riscos e incertezas. São considerados itens de demanda independente produtos acabados, peças e outros materiais de reposição.

Para Jacobs e Chase (2009) a demanda dependente de um produto ou serviço é ocasionada pela demanda de outros produtos ou serviços, não precisando de uma previsão, e sim de uma tabulação.

Ballesterro-Alvarez (2010) considera como sendo demanda dependente quando o seu consumo pode ser previsto internamente, porém a programação destes itens depende das expectativas da empresa em relação ao comportamento do mercado, ou seja, os itens da

demanda dependente dependem da previsão dos itens da demanda independente. São considerados itens de demanda dependente matérias-primas componentes dos produtos e peças para montagem.

2.3 Gestão da demanda

Jacobs e Chase (2009, p. 263) dizem que “O objetivo da gestão da demanda é coordenar e controlar todas as origens de demanda para que o sistema produtivo seja utilizado de modo eficiente e o produto seja entregue dentro do prazo.”.

Segundo Ballesterro-Alvarez (2010) existem dois padrões básicos de consumo, denominados demanda independente e demanda dependente, que devem ser previstos e planejados.

Além de definirem o planejamento, Martins e Laugeni (2005) ainda definem predição e previsão:

- Predição: quando dados subjetivos servem como base para determinação de um acontecimento futuro, sem uma metodologia clara.
- Previsão: quando modelos estatísticos, matemáticos, econometricos ou modelos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida são utilizados como processo para se determinar dados futuros.

Segundo Robert L. Mitchell (Citado por Krajewski, Ritzman e Malhotra, 2009, p. 435) “[...] A previsão é geralmente compreendida como processo de elaboração da perspectiva mais provável do que será a demanda futura [...]” e completa:

Geralmente as previsões devem anteceder os planos. Não é possível tomar decisões sobre níveis de pessoal, compromissos de compras e níveis de estoque até que sejam desenvolvidas previsões que forneçam pontos de vista razoavelmente precisos da demanda ao longo do horizonte de tempo da previsão.

Moreira (2011, p.294) declara que os métodos de previsão de demanda possuem características comuns dentre todos, destacando que os métodos de previsão geralmente assumem que as mesmas causas que estiveram presentes no passado, configurando a demanda, continuarão presentes no futuro e afirma que quanto maior o horizonte de previsão, maior a chance de errar, tendo em vista que os métodos não conduzem a resultados perfeitos.

Moreira (2011) considera que a maneira mais simples de se classificar a demanda seja por meio do tipo de abordagem utilizado, ou seja, instrumentos e conceitos que formam a base da previsão. Ele os classifica em métodos qualitativos, matemáticos, causais e séries temporais.

.Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) abordam como sendo básicas as abordagens baseadas em métodos qualitativos de avaliação, de relacionamentos causais e de análise de séries temporais.

Já para Jacobs e Chase (2009, p. 264) “A previsão pode ser classificada em quatro tipos básicos: qualitativa, análise de séries temporais, relacionamento causal e simulação.”.

2.3.1 Métodos qualitativos

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p.411) “A previsão qualitativa de avaliação é claramente necessária quando não há dados quantitativos disponíveis para se usar abordagens de previsão quantitativas. [...]”. Eles definem os principais como sendo a estimativa da força de vendas, júri de executivos, pesquisa de mercado e o método Delphi.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p.11) dizem ainda que “[...] as abordagens de avaliações qualitativas podem ser usadas em conjunto com abordagens quantitativas para melhorar a qualidade das previsões. [...]”.

2.3.1.1 Força de vendas

Grupo que contem as informações do que o cliente comprará no futuro e em quais quantidades, divididos geralmente por distrito ou região com a finalidade de se administrar estoques e distribuição (Krajewski, Ritzman e Malhotra, 2009).

2.3.1.2 Júri de executivos

O júri de executivos leva em conta a opinião, experiência e conhecimentos técnicos de um ou mais administradores, que devem chegar a um consenso. Utilizado quando a força de vendas não é capaz de fazer estimativas de vendas precisas (Krajewski, Ritzman e Malhotra, 2009).

2.3.1.3 Pesquisa de mercado

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 441) definem pesquisa de mercado:

A pesquisa de mercado é uma abordagem sistemática para determinar o interesse do consumidor externo em um serviço ou produto, criando e testando hipóteses por meio de pesquisas de coleta de dados. [...] inclui projetar um questionário, decidir como aplicá-lo, selecionar uma amostra representativa e analisar as informações usando ferramentas estatísticas e de avaliação qualitativas para interpretar as respostas. [...].

Jacobs e Chase (2009, p. 266) completam afirmando “A pesquisa de mercado é usada em grande parte para a pesquisa do produto em termos de busca de ideias para novos produtos, os prós e contras sobre os produtos existentes [...] os métodos de coleta de dados são basicamente pesquisas e entrevistas.”.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p.441) advertem que “[...] Embora a pesquisa de mercado gere informações importantes, ela geralmente inclui diversas ressalvas e salvaguardas nas descobertas.”.

2.3.1.4 Método Delphi

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 441) “O método Delphi é um poder ser utilizado para formular previsões de longo alcance de demanda de produto e projeções de vendas de novos produtos, além de ser usado para previsões tecnológicas.”.

O Método Delphi é utilizado quando os não há dados históricos nos quais se basear ou quando administradores não tem experiência sobre a qual fundamentar as projeções informadas. Trata-se de um grupo anônimo de especialistas externos coordenados por uma pessoa que envia lhes envia um questionário, e reenvia quantas vezes for necessário, sendo permitido que os especialistas mudem as suas respostas, a fim de chegarem a um consenso (KRAJEWSKI, RITZMAN E MALHOTRA, 2009).

Segundo Jacobs e Chase (2009) este método foi desenvolvido nos anos 50 pela *Rand Corporation*, e geralmente consegue atingir resultados satisfatórios em três rodadas. Tem como etapas:

1. Escolher os especialistas participantes, com variedade de pessoas com conhecimentos em áreas diferentes;
2. Obter previsões através de questionários de todos os participantes, o que pode ser feito via *e-mail*;

3. Resumir e distribuir os resultados aos participantes, junto com as novas questões;
4. Fazer um novo resumo, aprimorando as revisões e previsões e novamente elaborar novas perguntas;
5. Repetir se necessário a ultima etapa e distribuir os resultados finais a todos os participantes.

2.3.2 Métodos quantitativos

2.3.2.1 Séries causais

Quando se tem dados históricos disponíveis e há uma relação entre os fatores previstos, podemos utilizar os métodos causais. Os métodos causais são baseados em cálculos matemáticos e podem ser complexos, porém fornecem ferramentas de previsão mais sofisticadas e permite que se faça previsões de longo alcance (KRAJEWSKI, RITZMAN E MALHOTRA, 2009).

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) na regressão linear, a variável dependente, relaciona-se com uma ou mais variáveis independentes por uma equação linear, com o objetivo de encontrar valores que minimizem a soma dos desvios quadrados dos dados reais da linha representada graficamente. Nos modelos mais simples, são utilizadas apenas duas variáveis, sendo uma variável dependente em função de uma variável independente.

2.3.2.2 Séries temporais

Para Moreira (2011) uma série temporal é uma sequência de observações da demanda ao longo do tempo onde as informações são espaçadas igualmente, onde presume-se que os valores futuros das séries podem ser estimados com base nos valores passados.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) dizem que conforme as ordens de ocorrência se repetem, formam um padrão conhecido como séries temporais, os mais básicos são: horizontal (flutuação de dados em torno de uma média constante); tendencial (o aumento ou a redução sistemática na média das séries ao longo do tempo; sazonal (um padrão de aumentos ou reduções que pode ser repetido, dependendo do período), cíclico (os aumentos ou reduções graduais menos previsíveis na demanda por períodos maiores de tempo); e aleatório (variação imprevisível da demanda).

Jacobs e Chase (2009) dividem a demanda em seis componentes, sendo eles: a demanda média para o período, a tendência, a sazonalidade, os elementos cíclicos, a variação aleatória e a autocorrelação.

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p.437) os padrões de demanda horizontal, tendencial, sazonal e cíclico “[...] se combinam em graus variados para definir o padrão de tempo fundamental de demanda para um serviço ou produto. [...]”. Quanto ao quinto padrão, o aleatório, Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009 afirmam ser impossível de ser previsto devido a sua variação, que torna todas as previsões incorretas.

Embora Jacobs e Chase (2009, p. 264) citem os mesmos padrões de demanda descritos por Krajewski, Ritzman e Malhotra, eles expõem um ponto de vista diferente sobre eles:

Os fatores cíclicos são mais difíceis de determinar porque o período de tempo pode ser desconhecido ou a causa do ciclo pode não ser considerada [...]. As variações aleatórias são causadas por eventualidades. [...] quando todas as causas conhecidas da demanda (média, tendência, sazonalidades, cíclicas e autocorrelação) são subtraídas da demanda total, o que resta é a porção não-explicada da demanda. Caso não se consiga identificar a causa deste restante, presume-se que este seja um evento puramente aleatório. A autocorrelação denota a persistência da ocorrência. Mais especificamente, o valor esperado em qualquer ponto está correlacionado com seus próprios valores passados. [...] Quando a demanda é aleatória, pode variar muito de uma semana para a outra. Onde existe uma autocorrelação, não se espera que a demanda mude muito de uma semana para a outra.

2.3.2.2.1 Linhas de tendência

Jacobs e Chase (2009, p. 264) dizem que as “Linhas de tendência são os pontos de partida comuns no desenvolvimento de uma previsão. Essas linhas de tendência são ajustadas para os efeitos sazonais, os elementos cíclicos e quaisquer outros eventos inesperados que possam influenciar a previsão final [...]”.

Segundo Jacobs e Chase (2009) a linha de tendência linear retrata um relacionamento contínuo e reto, a curva em S retrata o crescimento do produto e o seu ciclo de maturidade, uma tendência assintótica tem crescimento no início e depois diminui e a curva exponencial, comum em crescimentos explosivos, onde a tendência sugere que as vendas continuarão a aumentar.

Jacobs e Chase (2009) dizem ainda que algumas vezes pode ser difícil de encaixar os dados em qualquer curva padrão, o que pode ser atribuído a várias causas que movem os dados para todos os lados. Para esses dados, pode-se obter uma previsão mais simples por meio de representação gráfica.

As séries temporais, ao contrário das séries causais, considera somente a variável dependente. As séries temporais baseiam-se na suposição que o padrão da variável continuará

a ser o mesmo no futuro. Nesta análise, há combinações dos padrões de demanda subjacentes para formar um padrão histórico observando a variável dependente e posteriormente é desenvolvido um modelo para replicá-lo (Krajewski, Ritzman e Malhotra, 2009).

2.3.2.2.2 Previsão ingênua

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 444) definem a previsão ingênua como sendo “Um método frequentemente usado na prática [...] por meio da qual a previsão para o próximo período se iguala à demanda para o período corrente [...]”, este método pode ser adaptado para levar em conta as tendências da demanda (aumento ou diminuição) dos dois últimos períodos para ajustar a demanda corrente para se chegar a uma previsão. Quando há a sazonalidade, este método também pode ser usado para explicar seus padrões (KRAJEWSKI, RITZMAN E MALHOTRA, 2009).

2.3.3 Média

Segundo Martins e Laugeni (2005) a média é o padrão da demanda em que as flutuações da demanda estão em torno de um valor constante, e as divide em três: a média móvel simples, a média móvel ponderada e a média móvel com ajustamento exponencial.

Moreira (2011) considera as peculiaridades do método das médias quando afirma que as previsões são sempre obtidas por intermédio de algum tipo de média que considera valores reais anteriores da demanda, que ao contrário das regressões pode-se obter apenas a previsão de um período à frente (embora seja possível adaptar para obter um maior número de previsões futuras) e que as médias são móveis, assim sendo, a cada nova previsão os valores mais antigos serão mais fracamente ponderados.

2.3.3.1 Média móvel simples

Jacobs e Chase (2009) relatam que a média móvel atribui simples o mesmo peso a cada componente do banco de dados do objeto da análise e pode ser utilizada para remover flutuações aleatórias da previsão quando a demanda não está crescendo ou declinando rapidamente e quando não há características sazonais, porém, se considerar com um período mais curto de tempo produzirá mais oscilações e se considerar um período maior de tempo proporcionará uma resposta mais suave, mas retardará a tendência.

Martins e Laugeni (2005) apenas dizem que a média móvel simples, ou simplesmente média móvel, a previsão do período futuro é calculada como sendo a média de n períodos anteriores.

2.3.3.2 Média móvel ponderada

Para Jacobs e Chase (2009, p. 270 - 271) “[...] uma média móvel ponderada permite atribuir quaisquer pesos a cada elemento [...] Como regra geral, o passado mais presente é o indicador mais importante do que se esperar no futuro, e portanto, deve receber pesos mais altos. [...]”, porém, se os dados forem sazonais, os pesos devem ser proporcionalmente distribuídos (Jacobs e Chase, 2009).

Martins e Laugeni, (2005) completam dizendo que na média móvel ponderada atribui-se os pesos a cada um dos dados, sendo que a soma dos dados deve se igualar a 1.

2.4 Ferramentas da qualidade

Todas as organizações humanas têm a finalidade de saciar as necessidades das pessoas, ou seja, o resultado esperado de uma empresa é a Qualidade Total. Campos (2004, p.14) define organizações humanas e como controlá-las:

As organizações humanas (empresas, escolas, hospitais, etc.) são meios (causas) destinados a se atingir determinados fins (efeitos). Controlar uma “organização humana” significa detectar quais foram os fins, efeitos ou resultados não alcançados (que são os problemas da organização), analisar estes maus resultados buscando suas causas e atuar sobre estas causas de tal modo a melhorar os resultados.

Para tanto, há décadas foram criadas ferramentas por aqueles que iniciaram o processo de Qualidade Total, permitindo que fatos sejam analisados e que decisões sejam tomadas a partir dessas análises (VIEIRA FILHO, 2007).

2.4.1 Diagrama de causa e efeito

Também denominado Diagrama de Ishikawa devido ao sobrenome do seu criador ou Diagrama de espinha de peixe devido ao seu formato, é utilizado para analisar as possíveis causas de um determinado efeito (MIGUEL 2006).

Vieira Filho (2007) afirma que além de identificar as possíveis causas de um efeito, ele também é um guia na determinação das ações a serem adotadas, organizando as possíveis causas por grupos lógicos (na indústria, esses grupos geralmente são divididos em máquina, material, método, medida, meio ambiente e mão de obra) e mostrando a relação entre elas.

2.4.2 Plano de ação

Conforme Vieira Filho (2007) o plano de ação também é conhecido como 5W2H, cujas siglas significam *What* (o que), *Who* (quem), *When* (quando), *Where* (onde), *Why* (por que), *How* (como) e *How much* (quanto custa), é utilizado para resolver um problema depois de analisar as causas e se chegar a uma causa fundamental.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os dados para a realização do estudo foram coletados em uma empresa que atua no ramo de montadora de carrocerias de ônibus urbano e rodoviário no interior do estado de São Paulo.

As informações necessárias foram retiradas de um sistema informatizado utilizado pela empresa denominado EMS na versão 2.6, da empresa DATASUL, onde foi possível levantar dados históricos do período, compreendendo o período de 30 de dezembro de 2013 à 03 de outubro de 2014.

As informações obtidas a partir de histórico da empresa tiveram em vista a quantidade de material que deveria ser utilizado conforme receita e a quantidade consumida durante o período.

Os perfis de PVC são utilizados em todos os carros. São aplicados em variadas áreas e possuem variadas utilidades, o que torna o seu consumo alto. Os perfis de PVC estudados nesse trabalho são aplicados no revestimento e no acabamento.

Devido à diferença existente entre consumo e a receita da estrutura, o PPCP encontra dificuldades ao programar quantidades e fixar uma data de necessidade para a entrega do material. Após a abertura das ordens de compra, faz-se necessário um acompanhamento meticuloso para que as datas de necessidade sejam ajustadas, antecipando ou postergando, e/ou novas ordens sejam abertas ou canceladas devido a oscilações do consumo.

Atualmente essa programação é feita levando em consideração a média simples dos três períodos mais recentes quando trata-se de perfis com consumo regular e alto, e programada conforme estrutura da encomenda quando o consumo é irregular.

Devido à logística fornecer os pacotes inteiros à linha de produção (em *kanbans*) e o colaborador que aplica o material no carro ser o responsável pela retirada dos *kanbans* e pelo corte, o PPCP não tem controle de quais encomendas já receberam os perfis, quanto se perdeu no corte e sequer se o perfil de PVC está sendo aplicado corretamente na encomenda conforme receita.

O perfil de PVC é fornecido em barras que vem geralmente de 3 a 6,5 metros em pacotes que podem variar de 200 a 1000 metros.

A Unidade de Estrutura do Produto utiliza o metro linear como unidade de medida para inserir os perfis na estrutura dos carros.

A empresa trabalha com carteira de clientes, os seus produtos são personalizados e divididos em encomendas. Pode haver vários carros dentro de uma encomenda desde que sejam iguais, porém não há uma encomenda igual a outra.

Para a elaboração desta monografia, foram utilizados:

- Programação de entrada de linha da empresa;
- O sistema EMS na versão 2.6 da empresa DATASUL, utilizado pela empresa;
- Notebook;
- Planilhas eletrônicas;
- Editor de texto;
- Editor de imagem;
- Livros e artigos.

3.2 Métodos

3.2.1 Previsão de demanda

Para os cálculos de previsão de demanda, foi utilizado o método quantitativo com projeções de tendências e séries temporais e, ainda, cálculos de média ponderada.

Para a obtenção dos resultados através do método de regressão linear, foram utilizadas as seguintes equações (1), (2) e (3), descritas por Jacobs e Chase (2009):

$$y = a + bx \quad (1)$$

Onde,

y = quantidade demandada calculada pela equação;

a = intersecção da linha no eixo y ;

b = inclinação da linha, e

x = período considerado ou variável independente.

$$a = (\sum y - b * \sum x) / n \quad (2)$$

Onde,

$\sum y$ = somatória das quantidades demandadas calculadas pela equação;

$\sum x$ = somatória do período considerado ou variável independente, e

n = número total de períodos da previsão

$$b = (n * \sum xy - \sum x \sum y) / \sum x - (\sum x)^2 \quad (3)$$

Para a obtenção dos resultados através do método da média móvel ponderada, será utilizada a seguinte equação (4), descrita por Jacobs e Chase (2009):

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n} \quad (4)$$

Onde,

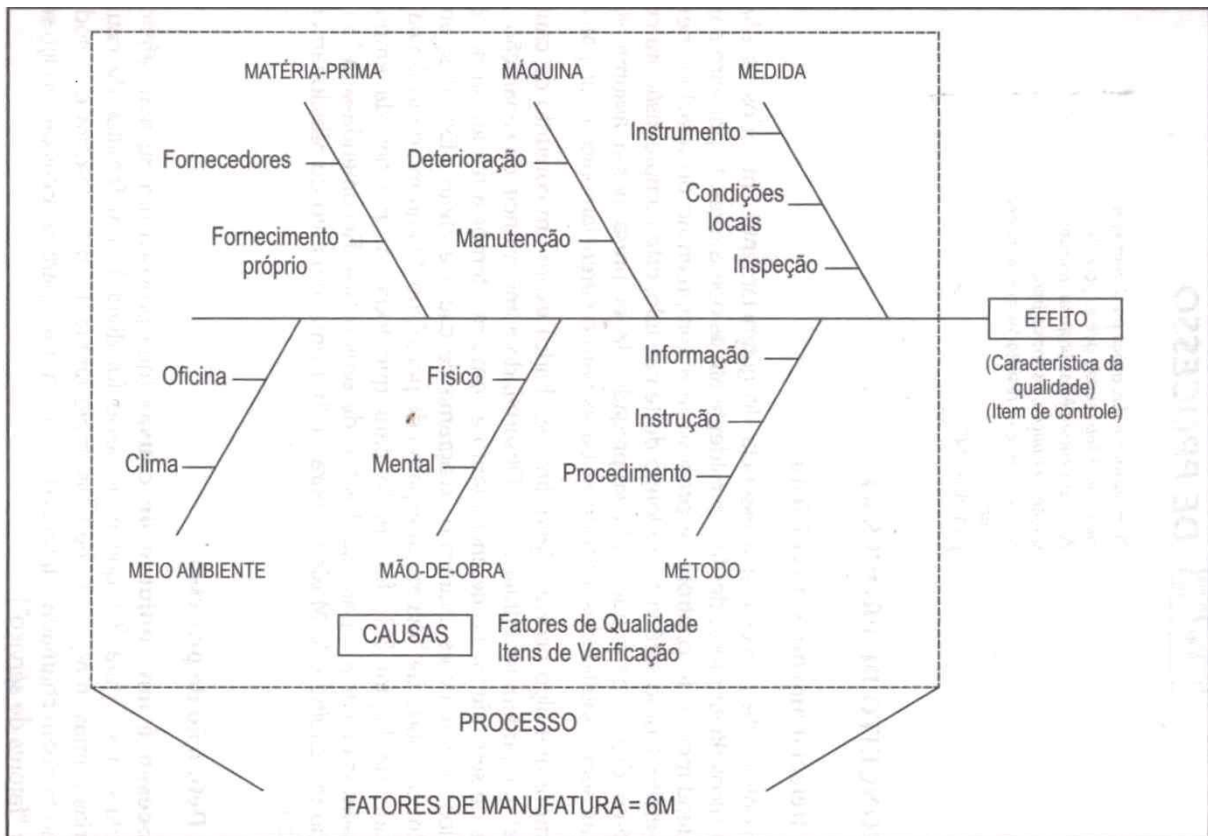
$w_1, w_2,$ e w_n = peso a ser atribuído a ocorrência real para o período

n = número total de períodos da previsão.

3.2.2 Causa raiz e plano de ação

Para a detecção da causa raiz, foi utilizado o Diagrama de causa e efeito que, conforme Vieira Filho (2007) visa, organizar em grupos lógicos as causas potenciais de um problema, relacioná-las e visualizar a causa fundamental. A quantidade de grupos lógicos é determinada pelo tema e pelas causas a serem agrupadas. A Figura 1 apresenta o diagrama de causa e efeito onde Campos (2004, p.20) demonstra como as causas podem ser empregadas dentro dos "6 fatores de manufatura (6M).

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa (uma das sete ferramentas de qualidade) para correlação do efeito e suas causas.



Fonte: Campos (2004, p.20)

Para planejar uma ação futura que venha a minimizar a(s) causa(s) fundamental(s) será utilizada a ferramenta 5W+1H, conforme demonstra a Figura 2 do autor Vieira Filho (2007, p. 59):

Figura 2 - Formulário do plano de ação.

PLANO DE AÇÃO Nº _____		ITEM DO PLANEJAMENTO: _____				
O que	Quem	Quando	Onde	Por que	Como	Status

Aprovação: _____ Data: ___ / ___ / ___

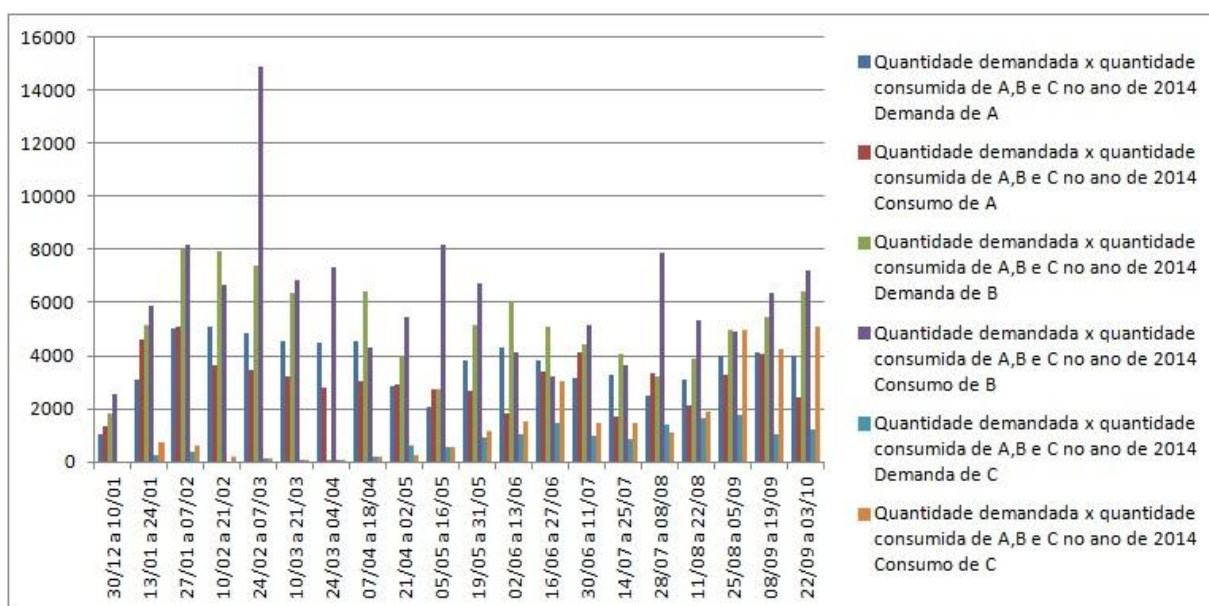
Fonte: Vieira Filho (2007, p.59)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Previsão de demanda

Considerando o levantamento realizado, com dados referentes ao período de 30 de dezembro de 2013 a 03 de outubro de 2014, está sumarizada na Figura 3 a quantidade demandada e consumida, respectivamente, de cada um dos três perfis de PVC objetos deste estudo:

Figura 3 - Dados históricos de demanda e de consumo dos perfis A, B e C.



Para coletar os dados, a programação da entrada de linha foi separada em períodos de 14 dias e foi feita a explosão no sistema EMS dos carros deste período para verificar conforme a receita qual quantidade deveria ter sido utilizada pela produção. Considerou-se,

para fins de pesquisa, que o carro leva em média sete dias para chegar a posição de montagem dos perfis e devido a esse prazo, os dados de consumo foram retirados das duas semanas posteriores a semana da entrada de linha.

Para uma melhor visualização, cada perfil foi analisado separadamente através de gráficos, onde foi aplicado o sistema de regressão linear, para que fosse possível estimar o período seguinte à partir dos dados históricos.

4.1.1 Perfil A

A Figura 4 mostra os períodos referentes à entrada de linha e o consumo dos carros correspondentes ao perfil de PVC A, relacionando-os e evidenciando inclusive percentualmente a diferença entre demanda e consumo.

Figura 4 - Quantidade demandada x quantidade consumida do perfil A.

	Período	Demanda de A	Consumo de A	Diferença	
1	30/12 a 10/01	1040,15	1320	-279,85	26,90%
2	13/01 a 24/01	3064,02	4608	-1543,98	50,39%
3	27/01 a 07/02	5050,57	5119,91	-69,34	1,37%
4	10/02 a 21/02	5104,13	3660	1444,13	28,29%
5	24/02 a 07/03	4836,95	3426	1410,95	29,17%
6	10/03 a 21/03	4522,62	3204	1318,62	29,16%
7	24/03 a 04/04	4513,33	2820	1693,33	37,52%
8	07/04 a 18/04	4564,59	3024	1540,59	33,75%
9	21/04 a 02/05	2832,79	2928	-95,21	3,36%
10	05/05 a 16/05	2080	2742	-662	31,83%
11	19/05 a 31/05	3832,36	2640	1192,36	31,11%
12	02/06 a 13/06	4289	1800	2489	58,03%
13	16/06 a 27/06	3844,45	3420	424,45	11,04%
14	30/06 a 11/07	3160,05	4140	-979,95	31,01%
15	14/07 a 25/07	3264,52	1680	1584,52	48,54%
16	28/07 a 08/08	2496,42	3306	-809,58	32,43%
17	11/08 a 22/08	3084,44	2100	984,44	31,97%
18	25/08 a 05/09	3984,07	3251,2	732,87	18,40%
19	08/09 a 19/09	4119,22	4068	51,22	1,24%
20	22/09 a 03/10	3975,35	2400	1575,35	39,63%
Total		73659,03	61657,11	12001,92	16,29%

Como se pode observar, embora houvesse períodos onde ocorreu a falta do material (1, 2, 3, 9,10,14 e 16 de um total de 20 períodos), na somatória a quantidade consumida foi aproximadamente 16,29% menor que a quantidade demandada na estrutura.

Essa diferença pode ter sido causada por erro quando a quantidade a ser utilizada do item foi incluída em receita, os colaboradores podem estar substituindo por outro perfil devido a falha na programação do perfil correto a ser aplicado ou porque eles consideram que seja mais adequado.

A Figura 5 mostra os dados utilizados para se obter a previsão de demanda do perfil de PVC A para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014, considerando os dados do período de 30 de dezembro de 2013 à 03 de outubro de 2014 e ainda, utilizando o método e regressão linear.

Figura 5 - Previsão de demanda para o período de 06/10 a 17/10 através do método de regressão linear para o perfil de PVC A.

Demanda do perfil A					
Período	y	x	x ²	y ²	xy
30/12 a 10/01	1040,15	1	1	1081912,023	1040,15
13/01 a 24/01	3064,02	2	4	9388218,56	6128,04
27/01 a 07/02	5050,57	3	9	25508257,32	15151,71
10/02 a 21/02	5104,13	4	16	26052143,06	20416,52
24/02 a 07/03	4836,95	5	25	23396085,3	24184,75
10/03 a 21/03	4522,62	6	36	20454091,66	27135,72
24/03 a 04/04	4513,33	7	49	20370147,69	31593,31
07/04 a 18/04	4564,59	8	64	20835481,87	36516,72
21/04 a 02/05	2832,79	9	81	8024699,184	25495,11
05/05 a 16/05	2080	10	100	4326400	20800
19/05 a 31/05	3832,36	11	121	14686983,17	42155,96
02/06 a 13/06	4289	12	144	18395521	51468
16/06 a 27/06	3844,45	13	169	14779795,8	49977,85
30/06 a 11/07	3160,05	14	196	9985916,003	44240,7
14/07 a 25/07	3264,52	15	225	10657090,83	48967,8
28/07 a 08/08	2496,42	16	256	6232112,816	39942,72
11/08 a 22/08	3084,44	17	289	9513770,114	52435,48
25/08 a 05/09	3984,07	18	324	15872813,76	71713,26
08/09 a 19/09	4119,22	19	361	16967973,41	78265,18
22/09 a 03/10	3975,35	20	400	15803407,62	79507
06/10 a 17/10	3583,76				
Total		210	2870	292332821,2	767135,98

*y = demanda
*x = período
*x ² = período ao quadrado
*y ² = demanda ao quadrado
*xy = período multiplicado pela demanda

Com os dados apresentados na Figura 5 e utilizando as fórmulas para o cálculo de previsão através do modelo de regressão linear, foi obtido para o período de 06 de outubro de

2014 a 17 de outubro de 2014 uma demanda prevista de 3583,76 metros de perfil de PVC A. A Figura 6 apresenta os dados descritos na Figura 5, levando-se em consideração a tendência comparada com o período avaliado.

Figura 6 - Linha de tendência para o perfil de PVC A no período de 06/10 a 17/10.



Com base na Figura 6, os resultados apontam uma linha tendencial decrescente, considerando o período total analisado.

A Figura 7 demonstra os dados para a obtenção da previsão de demanda e seus resultados utilizando o método de média móvel ponderada, para o perfil de PVC A, considerando o período de 11 de agosto de 2014 a 03 de outubro de 2014. Para os seguintes resultados foram utilizadas as fórmulas apropriadas aos referidos métodos.

Figura 7 - Previsão de demanda para o período de 03/10 a 17/10 através do método de Média Móvel Ponderada.

Média Móvel Ponderada - Perfil A					
Período	y	MMP3		MMP4	
11/08 a 22/08	3084,44			0,1	308,444
25/08 a 05/09	3984,07	0,2	796,814	0,2	796,814
08/09 a 19/09	4119,22	0,3	1235,766	0,3	1235,766
22/09 a 03/10	3975,35	0,5	1987,675	0,4	1590,14
Total			4020,255		3931,164

A Figura 7 mostra os resultados obtidos através do cálculo da média móvel ponderada. Considerando o resultado da Média Móvel Ponderada dos três períodos anteriores (MMP3) foi encontrado o resultado de 4020,26 metros de perfil de PVC e considerando o resultado da Média Móvel Ponderada dos quatro períodos anteriores (MMP4) foi encontrado o resultado de 3931,16 metros de perfil de PVC.

4.1.2 Perfil B

A Figura 8 mostra os períodos referentes à entrada de linha e o consumo dos carros correspondentes ao perfil de PVC B, relacionando-os e evidenciando inclusive percentualmente a diferença entre demanda e consumo.

Figura 8 - Quantidade demandada x quantidade consumida do perfil B.

	Período	Demanda de B	Consumo de B	Diferença	
1	30/12 a 10/01	1815	2540	-725	39,94%
2	13/01 a 24/01	5156	5880	-724	14,04%
3	27/01 a 07/02	8022,1	8184	-161,9	2,02%
4	10/02 a 21/02	7960	6660	1300	16,33%
5	24/02 a 07/03	7410,92	14880	-7469,08	100,78%
6	10/03 a 21/03	6381,16	6840	-458,84	7,19%
7	24/03 a 04/04	61,97	7320	-7258,03	11712,17%
8	07/04 a 18/04	6432,6	4320	2112,6	32,84%
9	21/04 a 02/05	4002,05	5424	-1421,95	35,53%
10	05/05 a 16/05	2713,9	8170	-5456,1	201,04%
11	19/05 a 31/05	5132,2	6720	-1587,8	30,94
12	02/06 a 13/06	6083,26	4104	1979,26	32,54%
13	16/06 a 27/06	5100,8	3240	1860,8	36,48%
14	30/06 a 11/07	4446,5	5124	-677,5	15,24%
15	14/07 a 25/07	4053,65	3660	393,65	9,71
16	28/07 a 08/08	3186	7896	-4710	147,83
17	11/08 a 22/08	3907,5	5304	-1396,5	35,74%
18	25/08 a 05/09	4957,75	4920	37,75	0,76%
19	08/09 a 19/09	5443,25	6384	-940,75	17,28%
20	22/09 a 03/10	6425,65	7200	-774,35	12,05%
Total		98692,26	124770	-26077,74	26,42%

Como se pode observar, embora houvesse períodos onde não ocorreu a falta do material (4, 8, 12, 13, 15 e 18 de um total de 20 períodos), na somatória a quantidade consumida foi aproximadamente 26,42% maior que a quantidade demandada na estrutura.

Essa diferença pode ter sido causada por erro quando a quantidade a ser utilizada do item foi incluída em receita, os colaboradores podem estar substituindo outro perfil por este devido a falta do perfil correto a ser aplicado ou porque eles consideram que seja mais adequado e também a perdas durante o corte do material.

A Figura 9 mostra os dados utilizados para se obter a previsão de demanda do perfil de PVC B para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014, considerando os

dados do período de 30 de dezembro de 2013 à 03 de outubro de 2014 e ainda, utilizando o método e regressão linear.

Figura 9 - Previsão de demanda para o período de 06/10 a 17/10 através do método de regressão linear para o perfil de PVC B.

Demanda do perfil B					
Período	Demanda de B	x	x ²	y ²	xy
30/12 a 10/01	1815	1	1	3294225	1815
13/01 a 24/01	5156	2	4	26584336	10312
27/01 a 07/02	8022,1	3	9	64354088,41	24066,3
10/02 a 21/02	7960	4	16	63361600	31840
24/02 a 07/03	7410,92	5	25	54921735,25	37054,6
10/03 a 21/03	6381,16	6	36	40719202,95	38286,96
24/03 a 04/04	61,97	7	49	3840,2809	433,79
07/04 a 18/04	6432,6	8	64	41378342,76	51460,8
21/04 a 02/05	4002,05	9	81	16016404,2	36018,45
05/05 a 16/05	2713,9	10	100	7365253,21	27139
19/05 a 31/05	5132,2	11	121	26339476,84	56454,2
02/06 a 13/06	6083,26	12	144	37006052,23	72999,12
16/06 a 27/06	5100,8	13	169	26018160,64	66310,4
30/06 a 11/07	4446,5	14	196	19771362,25	62251
14/07 a 25/07	4053,65	15	225	16432078,32	60804,75
28/07 a 08/08	3186	16	256	10150596	50976
11/08 a 22/08	3907,5	17	289	15268556,25	66427,5
25/08 a 05/09	4957,75	18	324	24579285,06	89239,5
08/09 a 19/09	5443,25	19	361	29628970,56	103421,75
22/09 a 03/10	6425,65	20	400	41288977,92	128513
06/10 a 17/10	4611,776				
Total		210	2870	564482544,1	1015824,12

*y = demanda
*x = período
*x ² = período ao quadrado
*y ² = demanda ao quadrado
*xy = período multiplicado pela demanda

Com os dados apresentados na Figura 9 e utilizando as fórmulas para o cálculo de previsão através do modelo de regressão linear, foi obtido para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014 uma demanda prevista de 4611,76 metros de perfil de PVC B. A Figura 10 apresenta os dados descritos na Figura 9, levando-se em consideração a tendência comparada com o período avaliado.

Figura 10 - Linha de tendência para o perfil de PVC B no período de 06/10 a 17/10.



Com base na Figura 10, os resultados apontam uma linha tendencial decrescente, considerando o período total analisado.

A Figura 11 demonstra os dados para a obtenção da previsão de demanda e seus resultados utilizando o método de média móvel ponderada, para o perfil de PVC B, considerando o período de 11 de agosto de 2014 a 03 de outubro de 2014. Para os seguintes resultados foram utilizadas as fórmulas apropriadas aos referidos métodos.

Figura 11 - Previsão de demanda para o período de 03/10 a 17/10 através do método de Média Móvel Ponderada.

Média Móvel Ponderada - Perfil B					
Período	y		MMP3		MMP4
11/08 a 22/08	3907,5			0,1	390,75
25/08 a 05/09	4957,75	0,2	991,55	0,2	991,55
08/09 a 19/09	5443,25	0,3	1632,975	0,3	1632,975
22/09 a 03/10	6425,65	0,5	3212,825	0,4	2570,26
Total			5837,35		5585,535

A Figura 11 mostra os resultados obtidos através do cálculo da média móvel ponderada. Considerando o resultado da Média Móvel Ponderada dos três períodos anteriores (MMP3) foi encontrado o resultado de 5837,35 metros de perfil de PVC e considerando o resultado da Média Móvel Ponderada dos quatro períodos anteriores (MMP4) foi encontrado o resultado de 5585,54 metros de perfil de PVC.

4.1.3 Perfil C

A Figura 12 mostra os períodos referentes à entrada de linha e o consumo dos carros correspondentes ao perfil de PVC C, relacionando-os e evidenciando inclusive percentualmente a diferença entre demanda e consumo.

Figura 12 - Quantidade demandada x quantidade consumida do perfil C.

	Período	Demanda de C	Consumo de C	Diferença	
1	30/12 a 10/01	0	0	0	0%
2	13/01 a 24/01	242,95	720	-477,05	196,36%
3	27/01 a 07/02	352,52	594	-241,48	68,50%
4	10/02 a 21/02	0	216	-216	0%
5	24/02 a 07/03	99,95	150	-50,05	50,08%
6	10/03 a 21/03	79,96	60	19,96	24,96%
7	24/03 a 04/04	40,2	63	-22,8	56,72%
8	07/04 a 18/04	199,9	186	13,9	6,95%
9	21/04 a 02/05	602,71	270	332,71	55,20%
10	05/05 a 16/05	543,99	540	3,99	0,73%
11	19/05 a 31/05	913,46	1152	-238,54	26,11
12	02/06 a 13/06	1028,75	1509	-480,25	46,68
13	16/06 a 27/06	1434,68	3006	-1571,32	109,52%
14	30/06 a 11/07	988,5	1428	-439,5	44,46
15	14/07 a 25/07	869,6	1470	-600,4	69,04%
16	28/07 a 08/08	1385,15	1116	269,15	19,43%
17	11/08 a 22/08	1668,22	1869	-200,78	12,04%
18	25/08 a 05/09	1758,85	4950,13	-3191,28	181,44
19	08/09 a 19/09	1027,74	4259,77	-3232,03	314,48%
20	22/09 a 03/10	1231,65	5069,5	-3837,85	311,60%
Total		14468,78	28628,4	-14159,62	97,86%

Como se pode observar, embora houvesse períodos onde não ocorreu a falta do material (6, 8, 9, 10 e 16 de um total de 20 períodos), a partir do 18º período houve um grande e inesperado aumento no consumo do perfil de PVC e na somatória a quantidade consumida foi aproximadamente 97,86% maior que a quantidade demandada na estrutura.

Essa diferença pode ter sido causada por erro quando a quantidade a ser utilizada do item foi incluída em receita ou perdas durante o corte do material.

A Figura 13 mostra os dados utilizados para se obter a previsão de demanda do perfil de PVC C para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014, considerando os dados do período de 30 de dezembro de 2013 à 03 de outubro de 2014 e ainda, utilizando o método e regressão linear.

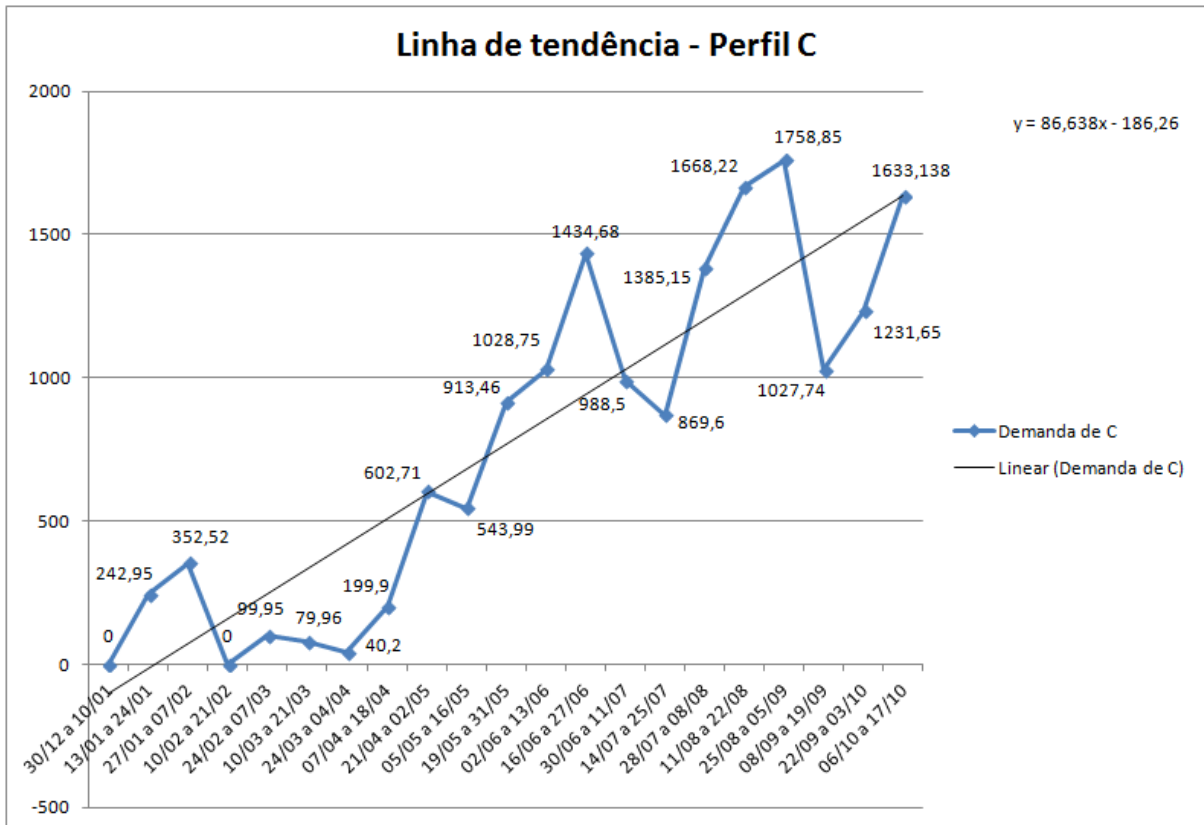
Figura 13 - Previsão de demanda para o período de 06/10 a 17/10 através do método de regressão linear para o perfil de PVC C.

Demanda do perfil C					
Período	Demanda de C	x	x ²	y ²	xy
30/12 a 10/01	0	1	1	0	0
13/01 a 24/01	242,95	2	4	59024,7025	485,9
27/01 a 07/02	352,52	3	9	124270,3504	1057,56
10/02 a 21/02	0	4	16	0	0
24/02 a 07/03	99,95	5	25	9990,0025	499,75
10/03 a 21/03	79,96	6	36	6393,6016	479,76
24/03 a 04/04	40,2	7	49	1616,04	281,4
07/04 a 18/04	199,9	8	64	39960,01	1599,2
21/04 a 02/05	602,71	9	81	363259,3441	5424,39
05/05 a 16/05	543,99	10	100	295925,1201	5439,9
19/05 a 31/05	913,46	11	121	834409,1716	10048,06
02/06 a 13/06	1028,75	12	144	1058326,563	12345
16/06 a 27/06	1434,68	13	169	2058306,702	18650,84
30/06 a 11/07	988,5	14	196	977132,25	13839
14/07 a 25/07	869,6	15	225	756204,16	13044
28/07 a 08/08	1385,15	16	256	1918640,523	22162,4
11/08 a 22/08	1668,22	17	289	2782957,968	28359,74
25/08 a 05/09	1758,85	18	324	3093553,323	31659,3
08/09 a 19/09	1027,74	19	361	1056249,508	19527,06
22/09 a 03/10	1231,65	20	400	1516961,723	24633
06/10 a 17/10	1633,138				
Total		210	2870	16953181,06	209536,26

*y = demanda
*x = período
*x ² = período ao quadrado
*y ² = demanda ao quadrado
*xy = período multiplicado pela demanda

Com os dados apresentados na Figura 13 e utilizando as fórmulas para o cálculo de previsão através do modelo de regressão linear, foi obtido para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014 uma demanda prevista de 1633, 14 metros de perfil de PVC C. A Figura 14 apresenta os dados descritos na Figura 13, levando-se em consideração a tendência comparada com o período avaliado.

Figura 14 - Linha de tendência para o perfil de PVC C no período de 06/10 a 17/10.



Com base na Figura 14, os resultados apontam uma linha tendencial crescente, considerando o período total analisado.

Devido ao perfil C não ser consumido com tanta frequência e quantidade quanto os seus antecessores, o método de média móvel ponderada não será utilizado.

4.1.4 Dispersões

Os dados acima referentes aos perfis ABC foram comparados aos dados de demanda conforme estrutura e consumo realizado no período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014.

4.1.4.1 Perfil A

No período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014 a quantidade demandada em receita das encomendas que estavam em linha foi de 4399,37 metros lineares e o consumo realizado foi de 3660 metros. Como pode-se perceber, o consumo se manteve menor que a quantidade demandada em 739,37 metros (16,80%).

A Figura 15 mostra a comparação entre os resultados obtidos das previsões de demanda e quantidade demandada nas estruturas (4399,37 metros) para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014

Figura 15 - Dispersão entre previsão de demanda e quantidade demandada em receita do perfil A.

Previsão de demanda	Resultados	Dispersão relativa à demanda em receita (m)	Dispersão relativa à demanda em receita (%)
Regressão linear	3583,76	-815,61	-18,54%
MMP3	4020,26	-379,11	-8,62%
MMP4	3931,16	-468,21	-10,64%

Conforme os dados apresentados na Figura 15, se o planejamento fosse feito com base nas previsões de demanda resultantes desta pesquisa e a quantidade demandada em receita fosse o consumo real, haveria falta do material na linha de produção.

A Figura 16 mostra a comparação entre os resultados obtidos das previsões de demanda e o consumo realizado (3660 metros) para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014

Figura 16 - Dispersão entre previsão de demanda e consumo realizado do perfil A.

Previsão de demanda	Resultados	Dispersão relativa ao consumo realizado (m)	Dispersão relativa ao consumo realizado (%)
Regressão linear	3583,76	-76,24	-2,08%
MMP3	4020,26	360,26	9,84%
MMP4	3931,16	271,16	7,40%

Conforme os dados apresentados na Figura 16, o planejamento poderia ser feito utilizando-se o método de regressão linear, que dentre os três métodos utilizados foi o que chegou mais próximo do consumo realizado, diminuindo a diferença de 739,37 metros (16,80%) de sobra de material para uma falta de material de 76,24 metros (2,08%).

4.1.4.2 Perfil B

No período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014 a quantidade demandada em receita das encomendas que estavam em linha foi de 6667,60 metros lineares e o consumo realizado foi de 5940 metros. Como se pode perceber, o consumo se manteve menor que a quantidade demandada em 727,60 metros (10,91%).

A Figura 17 mostra a comparação entre os resultados obtidos das previsões de demanda e quantidade demandada nas estruturas (6667,60 metros) para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014

Figura 17 - Dispersão entre previsão de demanda e quantidade demandada em receita do perfil B.

Previsão de demanda	Resultados	Diferença (demanda - previsão) em metros	Dispersão relativa à demanda em receita (%)
Regressão linear	4611,78	-2055,82	-30,83%
MMP3	5837,35	-830,25	-12,45%
MMP4	5585,54	-1082,06	-16,23%

Conforme os dados apresentados na Figura 17, se o planejamento fosse feito com base nas previsões de demanda resultantes desta pesquisa e a quantidade demandada em receita fosse o consumo real, haveria falta do material na linha de produção.

A Figura 18 mostra a comparação entre os resultados obtidos das previsões de demanda e o consumo realizado (5940 metros) para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014.

Figura 18 - Dispersão entre previsão de demanda e consumo realizado do perfil B.

Previsão de demanda	Resultados	Dispersão relativa ao consumo realizado (m)	Dispersão relativa ao consumo realizado (%)
Regressão linear	4611,78	-1328,22	-22,36%
MMP3	5837,35	-102,65	-1,73%
MMP4	5585,54	-354,46	-5,98%

Conforme os dados apresentados na Figura 18, o planejamento poderia ser feito utilizando-se o método de média móvel ponderada, que dentre os três métodos utilizados foi o que chegou mais próximo do consumo realizado, diminuindo a diferença de 727,60 metros (10,91%) de sobra de material para uma falta de material de 102,65 metros (1,73%).

4.1.4.3 Perfil C

No período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014 a quantidade demandada em receita das encomendas que estavam em linha foi de 2029,93 metros lineares e o consumo realizado foi de 1410 metros. Como se pode perceber, o consumo se manteve menor que a quantidade demandada em 619,93 metros (30,54%).

A Figura 19 mostra a comparação entre o resultado obtido com o método de regressão linear (1633,14 metros) e a quantidade demandada nas estruturas (2029,93 metros) para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014

Figura 19 - Dispersão entre previsão de demanda e quantidade demandada em receita do perfil C.

Previsão de demanda	Resultados	Diferença (demanda - previsão) em metros	Dispersão relativa à demanda em receita (%)
Regressão linear	1633,14	-396,79	-19,30%

Conforme os dados apresentados na Figura 19, se o planejamento fosse feito com base no método de regressão linear e a quantidade demandada em receita fosse o consumo real, haveria falta de 396,79 metros do perfil C na linha de produção.

A Figura 20 mostra a comparação entre o resultado obtido com o método de regressão linear (1633,14 metros) e o consumo realizado (1410 metros) para o período de 06 de outubro de 2014 a 17 de outubro de 2014.

Figura 20 - Dispersão entre previsão de demanda e consumo realizado do perfil C.

Previsão de demanda	Resultados	Dispersão relativa ao consumo realizado (m)	Dispersão relativa ao consumo realizado (%)
Regressão linear	1633,14	223,14	15,83%

Conforme os dados apresentados na Figura 20, o planejamento poderia ser feito utilizando-se o método de regressão linear, tendo em vista a redução da dispersão de 97,86% (em média, conforme Figura 12) para 15,83% entre a previsão de demanda e o consumo realizado.

Embora os resultados alcançados para os três perfis tenham sido positivos, apenas um resultado é insuficiente para se afirmar que qualquer um dos métodos seria eficiente ao ser aplicado, porém aliados à outros estudos como o realizado por Ferreira *et al* (2013) onde concluíram que o método de regressão linear é adequado para a previsão pois os dados gerados encontram-se dentro dos limites de tolerância de variação entre o previsto e o realizado trazem perspectivas de resultados satisfatórios ao aplicar o método de regressão linear.

Entretanto, ainda existem dispersões que causam oscilações entre quantidade demandada e consumo realizado.

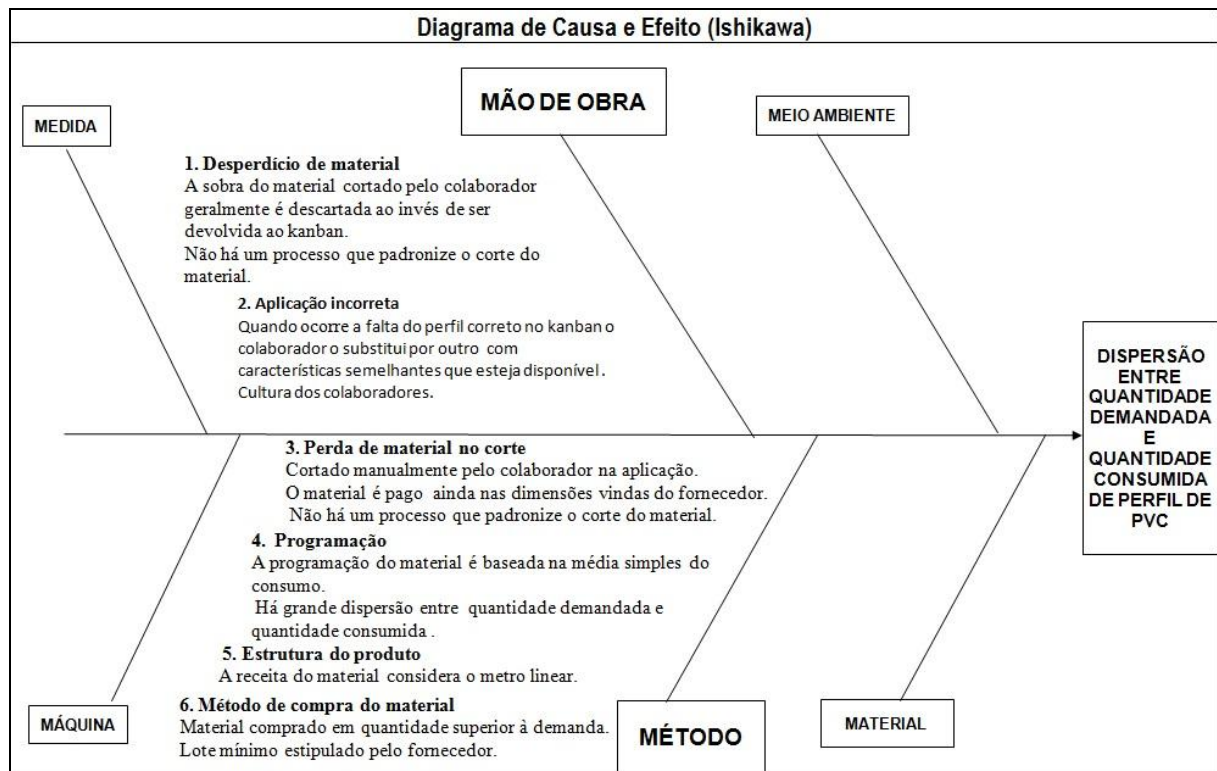
4.2 Plano de ação

Com base nos resultados obtidos, utilizou-se algumas ferramentas da qualidade, sendo: Gráficos de causa e efeito, para investigação das causas-raízes e a ferramenta conhecida como 5W+1H, para efeito sugestão de plano de ação para solucionar as causas relativas aos efeitos desencadeados no processo produtivo em questão.

4.2.1 Diagrama de Ishikawa

A Figura 21 apresenta as possíveis causas relativas ao efeito dispersão entre quantidade demandada e quantidade consumida de perfil de PVC.

Figura 21 – Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa).



Para montar o Diagrama de Ishikawa da Figura 21 foram considerados apenas 2 dos 6 fatores da manufatura, sendo eles mão de obra e método.

4.2.1.1 Mão de obra

Dentro do grupo lógico da mão de obra, couberam duas causas, sendo elas o desperdício de material e a aplicação incorreta.

O desperdício ocorre geralmente durante o corte do material para a aplicação, pois além de o colaborador não traçar um plano de corte que aproveite melhor o material, se a quantidade que sobrar do perfil não for grande o colaborador descarta a sobra, mesmo que possa ser utilizada em outro carro posteriormente.

A aplicação incorreta ocorre geralmente quando a logística ainda não reabasteceu o *kanban*, quando ocorre falta do perfil correto a ser aplicado ou ainda quando o colaborador entende que um outro tipo de perfil deve ser utilizado. O colaborador vai até o *kanban*, retira o perfil que ele deseja e aplica no carro. Não há controle sobre a aplicação dos perfis, até mesmo porque nem todos os perfis que são aplicados ficam em locais visíveis.

4.2.1.2 Método

Dentro do grupo lógico do método, couberam quatro causas, sendo elas perda no corte do material, programação, estrutura do produto e método de compra do material.

A perda no corte do material se deve aos mesmos motivos do desperdício de material, conforme apontado no item não há um plano de corte que aproveite da melhor maneira o material e não há um processo que padronize o corte dos perfis.

A programação, conforme citado anteriormente, é feita utilizando o método de média móvel simples do consumo dos três últimos períodos e não tem se mostrado eficiente mediante as constantes divergências.

A inclusão do material na receita da estrutura do produto é feita utilizando como unidade de medida o metro linear, que por sua vez considera somente o montante do material a ser colocado no produto, desprezando as dimensões da matéria prima e perdas inerentes ao corte.

O método de compra do material ocorre devido aos lotes mínimos impostos pelos fornecedores, que produzem os seus lotes em tamanho padrão (geralmente pacotes fechados com barras de aproximadamente 600mm, a quantidade de barras varia de acordo com o item). Quando a logística paga o material para a linha de produção, não há mais nenhum controle sobre ele.

4.2.2 Plano de ação (5W+1H)

A Figura 22 apresenta sugestões de plano de ação para solucionar as causas relativas ao efeito de dispersão entre quantidade demandada e quantidade consumida de perfil de PVC através da ferramenta da qualidade 5W+1H.

Figura 22 – Sugestões de plano de ação utilizando a ferramenta 5W+1H.

Plano de Ação 5W1H							
Item	Qual é a causa que será atacada?	Qual é a ação a ser executada?	Como a ação será executada?	Porque a ação será executada?	Onde a ação deverá ser implementada ?	Quando a ação deverá ser concluída?	Quem será o responsável ?
1	Perda de material no corte	Criar um processo de corte dos perfis no setor de carpintaria.	Ordens de produção serão abertas para envio do material à carpintaria, lá o material será devidamente cortado e encaminhado à linha de produção. O material excedente será devolvido ao estoque.	Para estabelecer padrões de corte, diminuir o desperdício de material, impedir que o material incorreto seja aplicado e possibilitar o controle da saída de materiais.	Carpintaria	30 de junho de 2015	Analistas de Métodos e Processos e de PPCP
2	Estrutura do produto	Alterar o cálculo da quantidade de perfil de PVC a ser incluído na estrutura.	Considerando o material a ser utilizado, o comprimento da barra do perfil e as perdas inerentes ao processo.	Para assegurar que a quantidade inserida na receita do item realmente venha a suprir a demanda da produção.	Unidade de Engenharia do Produto	30 de junho de 2015	Analista de Engenharia do Produto
3	Aplicação incorreta	Conscientizar os colaboradores.	Será colocada em pauta nas reuniões semanais a importância de se utilizar corretamente os materiais.	Para diminuir a aplicação incorreta de materiais, independente de qual seja o material ou área.	Em todos os setores	01 de dezembro de 2014	Chefia de todas as áreas
4	Programação	Definir um método de previsão de demanda e margem de risco.	Aplicar o método de previsão de demanda definido e acrescer o percentual de acordo com o risco que se deseja correr no abastecimento.	Para comprar material suficiente para suprir as necessidades da linha de produção, minimizando a falta ou a estocagem desnecessária.	PPCP	01 de dezembro de 2014	Analista de materiais do PPCP

Conforme mostra a Figura 22, foram apontados quatro sugestões de planos de ação, sendo elas: a criação de um processo de corte dos perfis no setor de carpintaria, alterar o cálculo da quantidade de perfil de PVC a ser incluída na estrutura, conscientizar os colaboradores e definir um método de previsão de demanda e margem de risco.

4.2.2.1 Criação de um processo de corte dos perfis de PVC

O processo de corte dos perfis de PVC teria que ser definido mediante parceria do PPCP com o setor de Métodos e Processos. O corte seria executado na carpintaria à partir de ordens de produção expedidos pelo PPCP. Após o corte, o material seria cortado seria enviado para o almoxarifado de produtos acabados e a sobra de perfil que ainda pudesse ser aproveitada no processo voltaria ao almoxarifado de perfis.

Logisticamente, não haveria empecilhos, tendo em vista que o almoxarifado de perfis fica a aproximadamente 30 metros da carpintaria, que fica a aproximadamente 200 metros do almoxarifado de produtos acabados.

A criação deste processo de corte não só diminuiria desperdícios e a aplicação incorreta do material, mas também seria uma forma de controlar quais encomendas já foram consideradas, o material utilizado e o material disponível, para encomendas futuras.

4.2.2.2 Alterar o cálculo da quantidade de perfil de PVC a ser incluída na estrutura

A alteração no cálculo da quantidade a ser incluída nas estruturas, referentes à todos os materiais inseridos em receitas em metros seria executado pela Unidade de Estrutura do Produto. O cálculo levaria em consideração as dimensões da matéria prima e perdas inerentes ao corte.

A alteração deste cálculo tornaria a quantidade em receita mais confiável, auxiliando a programação do material.

4.2.2.3 Conscientizar os colaboradores

A conscientização dos colaboradores seria feita em todas as áreas pelos respectivos chefes nas reuniões semanais. Nas pautas das reuniões deveriam constar a importância de se utilizar corretamente os materiais e diminuir desperdícios.

Por se tratar de algo que já faz parte da cultura dos colaboradores, faz-se necessário diálogos além dos planos de bonificação já existentes.

Esta medida, a longo prazo, ajudaria a diminuir desperdícios e aplicações incorretas de qualquer material, não somente dos perfis de PVC.

4.2.2.4 Definir um método de previsão de demanda e margem de risco

A definição de um método de previsão de demanda seria feita pelo setor de PPCP. A programação dos perfis de PVC seriam feitas levando em consideração o método que mais se adequasse, no caso desse estudo o método que estão sendo analisados são os de regressão linear e média móvel ponderada.

A margem de risco a ser definida seria para prevenir possíveis oscilações, mesmo porque quando se trata de previsão de demanda nada está garantido.

Definindo um método de previsão de demanda e uma margem de risco, a quantidade programada para a compra do material suprirá a demanda da produção, dimensionando corretamente o estoque.

5 CONCLUSÃO

Através deste trabalho buscou-se mostrar a importância de uma previsão de demanda para a concorrência de uma empresa no mercado. Sabe-se que o cliente deve estar plenamente satisfeito e para tanto deve se deve garantir que os insumos cheguem na qualidade desejada, na quantidade certa e no momento oportuno para garantir a efetividade da produção e a entrega do produto final conforme planejado.

Utilizando-se de uma previsão de demanda adequada, é possível dimensionar os estoques conforme a necessidade em termos de quantidade e prazo. O método a ser utilizado vai depender das características e necessidades de cada material para cada organização.

O método de Regressão Linear mostrou-se satisfatório, reduzindo em média 2,08% no perfil de PVC A, de 1,73% no perfil de PVC B e de 15,83% no perfil de PVC C das dispersões entre quantidade demandada e consumo realizado no período analisado.

A Média Móvel Ponderada também mostrou-se eficaz, reduzindo as dispersões entre quantidade demandada e consumo realizado, principalmente quando analisados os três períodos anteriores ao período atual.

Embora diminuições na dispersão entre a média e o consumo tenham sido percebidas, os dados coletados ainda são inconclusivos e mostram que apenas um método eficaz de previsão de demanda não é suficiente para garantir a efetividade da produção quando há outros processos que precisam ser criados ou substituídos.

Para apontar as causas e chegar a uma causa fundamental, o Diagrama de Ishikawa mostrou-se propício e aliado à ferramenta 5W+1H foi possível apontar sugestões de plano de ação que juntamente com a previsão de demanda adequada diminuirão significativamente os efeitos referentes ao processo referido.

Propõe-se aplicar a previsão de demanda baseada na Regressão Linear para dar continuidade à pesquisa e comprovar a eficácia do método, além de aplicar os demais planos de ação sugeridos, dentre elas a mudança da cultura dos colaboradores, para apurar quão significativos serão os resultados sobre o efeito.

REFERENCIAS

BALLESTERO-ALVAREZ, M.A. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010. 418 p.

CAMPOS, V.F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256p.: Il.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2008. 138 p.

JACOBS, F.R., CHASE, R.B. **Administração de produção e operações: o essencial**. Tradução Teresa Cristina Felix de Souza. Porto Alegre: Bookman, 2009. 424 p.

KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. Tradução Mirian Santos Ribeiro de Oliveira. Revisão técnica André Luís de Castro Moura Duarte e Suzana Carla Farias Pereira. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 615 p.

MARTINS, P.G, LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 2.ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005. p.562.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1.reimpr. São Paulo: Artliber Editora, 2006. 263.

MOREIRA, D.A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 624 p.

PAIVA, E.L., CARVALHO JR., J.M., FENSTERSEIFER, J.E. **Estratégia de produção e de operações: conceitos, melhores práticas, visão de futuro**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman 2009. 253 p.

SLACK, N. et. al. **Administração da produção**. Revisão técnica Henrique Corrêa e Irineu Gianese. 1.ed. 10.reimpr. São Paulo: Atlas, 2006. 525 p.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da Qualidade Total – uma abordagem prática.** 2.ed. Campinas, SP: Editora Alínea, 2007. 146p.

VOLLMANN, T.E., BERRY, W. L., WHYBARK, D.C., JACOBS, F.R. **Sistemas de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.** Tradução Sandra de Oliveira. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 648 p.