

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

CAIO VINÍCIUS GARCIA MORALES  
MATHEUS MATSUMOTO COIMBRA

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBAN* NO ESTOQUE DE  
MATÉRIA-PRIMA DE UMA LINHA DE EXTRUSÃO DE LIMPADOR DE  
PARA-BRISA.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
(Tcc2 - N° de Inscrição - 18)

CURITIBA

2017

CAIO VINÍCIUS GARCIA MORALES

MATHEUS MATSUMOTO COIMBRA

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBAN* NO ESTOQUE DE  
MATÉRIA-PRIMA DE UMA LINHA DE EXTRUSÃO DE LIMPADOR DE  
PARA-BRISA.**

Monografia do Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - Tcc2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. MEng, Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha.

CURITIBA

2017

## TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia do Projeto de Pesquisa "IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA *KANBANNO* ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA DE UMA LINHA DE EXTRUSÃO DE LIMPADOR DE PARA-BRISA", realizado pelos alunos CAIO VINICIUS GARCIA MORALES e MATHEUS MATSUMOTO COIMBRA, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - Tcc2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. MEng Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha  
DAMEC, UTFPR  
Orientador

Prof. Dr. Paulo Antonio Reaes  
DAMEC, UTFPR  
Avaliador

Prof. MEng. Osvaldo Verussa Junior  
DAMEC, UTFPR  
Avaliador

Curitiba, 12 de junho de 2017.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, familiares e amigos que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida!

Matheus Matsumoto Coimbra

Aos meus amigos, à minha família e todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente a esse trabalho!

Caio Vinícius Garcia Morales

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao professor Rodrigo Garbin que nos orientou com dedicação, sempre contribuindo com importância para o nosso conhecimento. Aos professores Paulo Reaes e Osvaldo Verussa, pelas relevantes considerações na banca, suas contribuições ajudaram no aperfeiçoamento deste trabalho.

"...estão aparecendo livros sobre o kanban, mas somente aquele que realmente o adota é que consegue entender seu funcionamento."

Taiichi Ohno

## RESUMO

MORALES, Caio V. G.; COIMBRA, Matheus M. **Implementação de sistema *kanban* no estoque de matéria-prima de uma linha de extrusão de limpador de para-brisa.** 2017. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecânica – Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

O gerenciamento adequado dos estoques de uma empresa é um dos meios de redução de custos de produção que mais gera dificuldade para se alcançar resultados apropriados, devido à dependência de uma quantidade de variáveis que não estão no controle da empresa (por exemplo, tempo de entrega de matéria-prima por um fornecedor). Assim, utilizando dados de uma empresa de limpadores de para-brisas, buscou-se um método de melhorar esse gerenciamento de forma a aumentar produtividade e lucro, com uma manufatura mais enxuta. O método *Kanban* foi utilizado para monitorar os materiais da empresa selecionada, consistindo em utilizar conceitos do 5S de forma a avaliar o volume de matéria prima existente no estoque, com isso, calculou-se o valor de consumo no mês para ajustar os estoques críticos e ponto de pedido da produção. Os resultados foram estimados e avaliados. O impacto na produtividade após implementação desse método de organização de estoque mostra que tais métodos proporcionam melhorias neste tipo de processo.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de estoque. *Kanban*. Gerenciamento de materiais. Para-brisa. 5S.

## ABSTRACT

MORALES, Caio V. G.; COIMBRA, Matheus M. **Implementação de sistema *kanban* no estoque de matéria-prima de uma linha de extrusão de limpador de para-brisa.** 2017. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecânica – Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

An appropriate stock management of a company is a production cost reduction method with more difficulties to reach adequate results, due to dependence of a quantity of variables without company's control (e.g. delivery time to obtain raw materials from a provider). Thereby, using windshield cleaner company data, achieved an improvement method of management to enhance productivity and profits, with a lean manufactory. *Kanban* method was implemented to control the company raw materials, using concepts of 5S to evaluate raw material volume existent at stock, thereby, it was calculated the consumption values in the month to adjust critical stocks and production order point. The results were estimated and evaluated. The productivity was checked after implementation of this stock organizational method and proved that these methods provide improvements on this kind of process.

**Keywords:** Stock management. Kanban. Material management. Windshield. 5S.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Componentes de extrusora plástica .....	14
Figura 2: Exemplo de extrusora .....	14
Figura 3: Zonas da rosca .....	15
Figura 4: Polietileno em grânulos .....	16
Figura 5: Estoque 1 da empresa em outubro de 2016 .....	18
Figura 6: Estoque da produção .....	19
Figura 7: Material devolvido do estoque 2 para o estoque 1 .....	20
Figura 8: Descrição da Metodologia .....	31
Figura 9: Recipiente a ser utilizado para transporte de matéria-prima .....	33
Figura 10: Exemplo de utilização de quadro kanban.....	34
Figura 11: Preenchimento do quadro kanban .....	35
Figura 12: Modelo de quadro kanban aplicado na empresa .....	41
Figura 13: Fluxo de recursos e de informações .....	42
Figura 14: Sequência de preenchimento do quadro.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grau de atendimento.....	30
Tabela 2: Quantidade de peças demandadas.....	37
Tabela 3: Demanda de matéria-prima de cada mês .....	37
Tabela 4: Consumo médio .....	38
Tabela 5: Nível de estoque de segurança.....	38
Tabela 6: Tempo de reposição.....	38
Tabela 7: Ponto de pedido .....	39
Tabela 8: Estoque máximo.....	39
Tabela 9: Níveis em litros .....	39
Tabela 10: Quantidade de kanban .....	40
Tabela 11: Nome e código dos corpos de palheta .....	48
Tabela 12: Nome e código dos corpos de palheta .....	48
Tabela 13: Estrutura dos produtos. ....	49
Tabela 14: Matéria-prima do inventário e do software - estoque 1.....	50
Tabela 15: Matéria-prima do inventário e do software - estoque 2.....	50
Tabela 16: Valores das densidades de matérias-primas.....	51
Tabela 17: Demanda de outubro.....	52
Tabela 18: Demanda de novembro .....	52
Tabela 19: Demanda de dezembro .....	52
Tabela 20: Demanda de janeiro .....	53
Tabela 21: Demanda de fevereiro .....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
EVA	Acetato-vinilo de etileno
PVC	Policloreto de polivinila
PP	Polipropileno
PMMA	Polimetil-metacrilato
JIT	<i>Just in Time</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

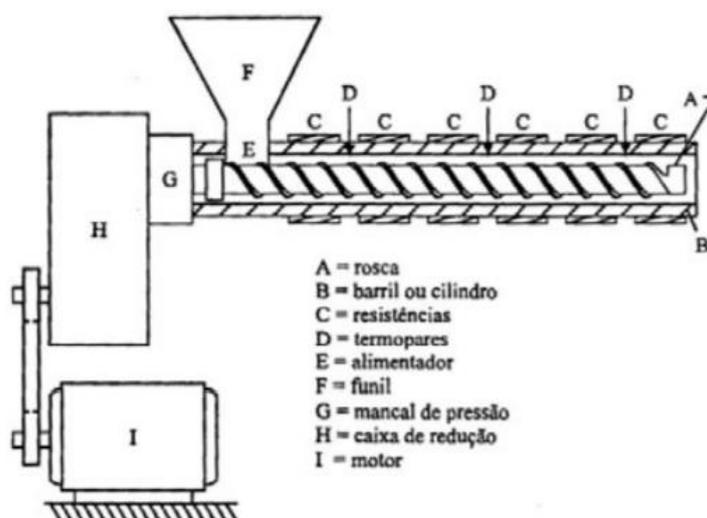
LC	Lote de Compras
$E_{\max}$	Estoque Máximo
$E_{\min}$	Estoque Mínimo
pp	Ponto de pedido
TR	Tempo de Reposição
$C_{\text{md}}$	Consumo médio
n	Número de períodos
$\delta$	Desvio padrão
k	Coefficiente de grau de atendimento
$N_k$	Número de kanban
CDR	Capacidade do recipiente
V	Volume
$\rho$	Densidade
ES	Estoque de segurança
m	Massa

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1	CONTEXTO DO TEMA .....	17
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	18
1.3	OBJETIVOS .....	21
1.3.1	Objetivo Geral .....	21
1.3.2	Objetivos específicos.....	21
1.4	JUSTIFICATIVA .....	21
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>23</b>
2.1	GESTÃO DE ESTOQUE .....	23
2.2	<i>JUST IN TIME</i> .....	25
2.3	<i>KANBAN</i> .....	26
2.4	OS CINCO SENSOS DA QUALIDADE .....	28
2.5	DEFINIÇÃO DE NÍVEIS DE ESTOQUE.....	29
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>31</b>
3.1	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA .....	31
3.2	METODOLOGIA 5S PARA DEFINIÇÃO DE RECIPIENTE.....	32
3.3	SISTEMA DE CONTROLE KANBAN .....	34
3.4	JUSTIFICATIVA DA METODOLOGIA.....	36
<b>4</b>	<b>DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE ESTOQUE DA EMPRESA</b> .....	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO DO KANBAN E DO 5S</b> .....	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
	<b>ANEXO A - RELAÇÃO DE CÓDIGOS E NOMES DOS PRODUTOS DA EMPRESA</b> .....	<b>48</b>
	<b>ANEXO B - QUANTIDADE DE MATERIA-PRIMA PARA CADA PRODUTO</b> .....	<b>49</b>
	<b>ANEXO C - CONTROLE DE ESTOQUE DA EMPRESA</b> .....	<b>50</b>
	<b>ANEXO D - VALORES DE DENSIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS</b> .....	<b>51</b>
	<b>APÊNDICE A - CÁLCULO DA DEMANDA DE MATÉRIA-PRIMA DE CADA MÊS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de extrusão plástica consiste na pressurização e fusão do material (plástico) em formato de grânulos ou moagem contra uma matriz que possui um perfil que dá o formato à peça final (WHELAN e DUNNING, 1982). Os elementos que compõem uma extrusora mono-rosca são apresentados na figura 1.



**Figura 1: Componentes de extrusora plástica**

Fonte: Weg Technical notes (2017)

A extrusora é amplamente utilizada na indústria do segmento plástico para produção de perfis, como de palhetas de limpador de para-brisa, um exemplo dessa máquina é mostrado na figura 2.



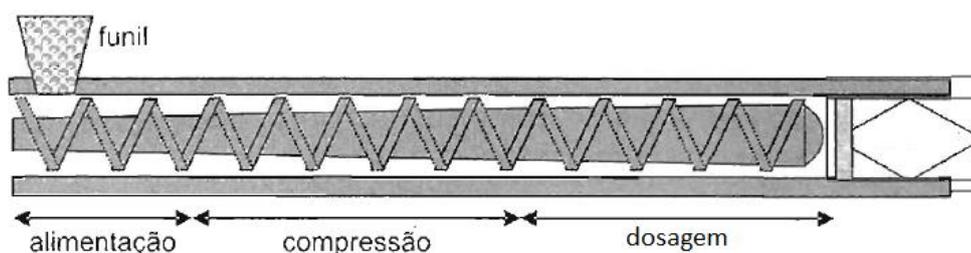
**Figura 2: Exemplo de extrusora**

Fonte: Weg Technical notes (2017)

O funil da extrusora é preenchido com matéria-prima mediante um alimentador, seguindo para a rosca presente dentro do canhão da extrusora (MANRICH, 2005). No canhão existem resistências que aquecem por condução o material até sua fusão. Cada resistência é ajustada para que o material adquira as propriedades de fluidez necessárias para formar o perfil da peça (MANRICH, 2005).

A rosca rotaciona pela atuação de um motor elétrico (MANRICH, 2005). O material, que possui formato de grânulos, é transportado pela rosca onde passa por três zonas (de alimentação, de compressão e de dosagem) (WHELAN; DUNNING, 1982).

Na zona de alimentação, o material entra na máquina por gravidade e é aquecido até uma temperatura próxima ao ponto de fusão. Na zona de compressão, comprime-se o elemento nas paredes dos sulcos que existem na rosca do eixo responsável por empurrar os grânulos, causando a plastificação e assim, segue o fluxo até a próxima etapa (WHELAN; DUNNING, 1982). Na zona de dosagem é onde ocorre a homogeneização do material, mantendo-se a vazão e pressão geradas (MANRICH, 2005). A figura 3 ilustra essas 3 zonas por onde o material é processado.



**Figura 3: Zonas da rosca**  
**Fonte: Manrich (2005)**

Para a extrusão, dentre das muitas matérias-primas que se podem utilizar constam: ABS, EVA, PVC, PP, PMMA, entre outros (MANRICH, 2005). Um exemplo de matéria-prima é mostrado na figura 4.



**Figura 4: Polietileno em grânulos**

**Fonte: Ello sustentável (2017)**

A estocagem da matéria-prima necessita de certos cuidados preventivos, com a finalidade de melhorar sua conservação, evite contaminação e umidade, os fatores citados podem provocar impactos na qualidade do produto extrudado (KHAN, *et. al.*,2014). A gestão de materiais da empresa deve ater-se a esses cuidados durante a armazenagem dos seus itens em estoque.

Uma administração de materiais de qualidade, deve comunicar com clareza a todos os departamentos da organização as condições necessárias para o armazenamento e a movimentação dos materiais. Desta maneira será possível atender as necessidades de produção, garantindo a fluidez do processo produtivo e reduzindo gastos desnecessários com compras de materiais. Conseqüentemente, evita-se a insatisfação do cliente pelo não atendimento dos pedidos por motivo de falta de suprimentos (POZO, 2010).

## 1.1 Contexto do Tema

Na logística, os estoques estão sempre presentes, sendo uma parte considerável do lucro das empresas, responsáveis por um a dois terços dos custos logísticos (BALLOU, 1993). A importância da gestão de estoque aparece quando os bens necessários estão indisponíveis para as necessidades de mercado (POZO, 2010). Para Dias (2010), sem o estoque é impossível trabalhar visto que ele é quem amortece os muitos estágios de produção.

Se a quantidade de estoque é alta, a necessidade de capital de giro é elevada, gerando custos à empresa, em contrapartida, os baixos estoques favorecem reprogramação de produção e não atendimento de pedidos em virtude de possíveis atrasos na entrega, gerando descontentamento do cliente (POZO, 2010).

Utilizando nossa empresa como exemplo, uma compra exagerada de polietileno pode gerar um custo desnecessário antes da produção. Caso haja alguma necessidade extra de compra de material ou serviço, como óleos lubrificantes ou manutenção de máquina, por exemplo, pode não haver dinheiro em caixa devido ao gasto excessivo com as matérias primas. Como não há um controle adequado da quantidade de material que existe em estoque em relação com o estoque físico, esses problemas podem ocorrer constantemente.

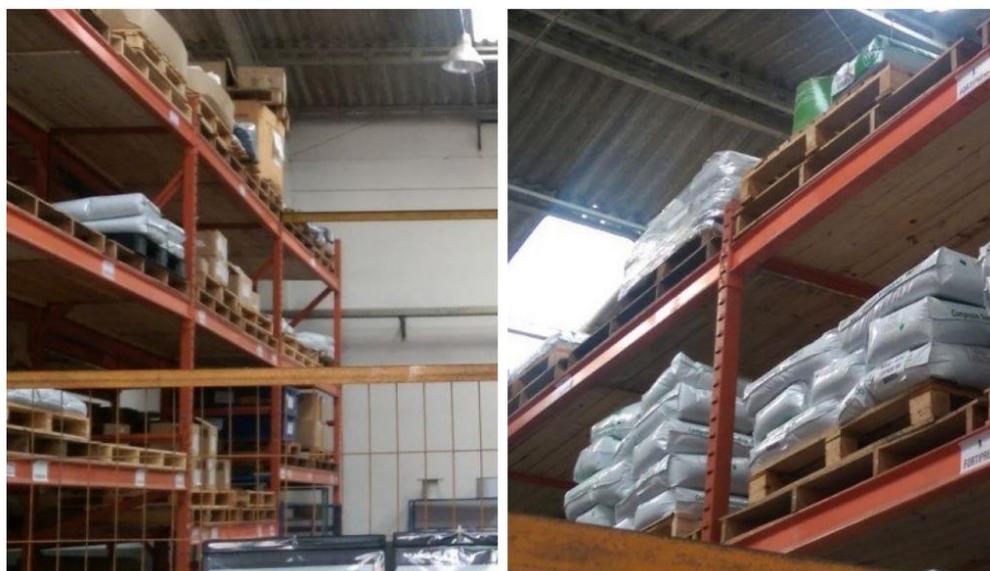
Se houvesse um meio de excluir os itens ineficientes da estrutura de custos do projeto e manter o foco na qualidade contínua dos produtos, é admissível assumir que as políticas adotadas gerassem um crescimento da companhia (DIAS, 2010).

## 1.2 Caracterização do Problema

A empresa tem como atividade principal a produção de perfilados plásticos por extrusão. Possui 5 linhas de produção, sendo uma exclusiva para a extrusão de 2 tipos de palhetas de limpador de para-brisa, nomeados como *Dynamic* e *High Performance*. Subdivididos como mostrado no anexo A, onde se diferenciam apenas pelo comprimento.

Para a fabricação desses limpadores de para-brisas são necessários diversos tipos de matérias-primas. O anexo A também mostra nomes e códigos dos plásticos utilizados para a confecção dos perfilados da linha de extrusão.

Os materiais vão para o estoque de matéria-prima, denominado estoque 1 após o recebimento. Nesse estoque, as embalagens permanecem sobre *pallets* para facilitar o transporte. Cada embalagem possui, geralmente, 25 kg de material. A figura 5 ilustra como são dispostos os materiais no estoque 1.



**Figura 5: Estoque 1 da empresa em outubro de 2016**

**Fonte: Os Autores**

O estoque 2 é o almoxarifado de produção, o qual armazena os materiais para a alimentação nos funis das extrusoras. A partir dessa alocação de estoque, as matérias-primas são transportadas até o próximo setor para serem mantidas, de acordo com a figura 6, e posteriormente utilizadas na linha de produção.



**Figura 6: Estoque da produção**  
**Fonte: Os Autores**

A matéria-prima presente em estoque, após passar por todas as fases de recebimento e inspeção de qualidade, fica disponível para a produção conforme normas da empresa.

Adota-se unidade de massa (kg) para a contagem de material. A quantidade de produto vem especificada pelo fabricante na embalagem, possibilitando o registro do material pelo assistente de logística assim que o produto chega em estoque.

A requisição de movimentação é feita por uma ordem de produção baseada na *estrutura de produto* que consiste em uma lista de materiais e quantidades necessárias para produzir uma peça. As estruturas dos 2 tipos de palheta de para-brisa produzidos em uma extrusora estão descritos no anexo B que relaciona os produtos com suas matérias-primas de composição.

Esse valor é então somado ao estoque 2, que é o almoxarifado da produção, e descontado dos níveis do estoque 1 após o registro de movimentação. A pessoa responsável por essa transferência é o assistente de logística, o qual verificará as quantidades requisitadas e transportará os materiais nas embalagens para a linha de produção.

Após a extrusão de um lote, os operadores apontam o número de peças produzidas e a quantidade que foi refugada, descontando do estoque 2. Em teoria, as quantidades devem mostrar o valor exato ou aproximado dos níveis de recursos. Entretanto, de acordo com dados da empresa existem diferenças entre os níveis de estoque do *software* de gestão da empresa e da quantidade pesada no estoque físico.

As tabelas do anexo C evidenciam que a empresa não consegue fazer o controle de seu estoque. Isso acontece pela impossibilidade de transmitir com exatidão a quantidade consumida na extrusão, o que pode ser amplificado por eventuais erros de apontamento dos valores. Essa discrepância também é causada por existir uma grande variedade de matérias-primas, o que dificulta a realização de levantamentos, pois apenas dois funcionários trabalham no setor da logística.

O material que não é utilizado no estoque 2 durante a extrusão é devolvido pelo assistente da logística no final da produção do lote ao estoque 1. Ele leva o material até a balança para pesar os recursos a serem devolvidos. No entanto, por vezes os materiais ficam dispostos de forma desorganizada e permanecem abertos, como mostrado na figura 7.



**Figura 7: Material devolvido do estoque 2 para o estoque 1**

**Fonte: Os Autores**

A embalagem pode absorver umidade do ambiente por estar aberta, assim prejudicando a próxima produção, pois a contaminação causa bolhas no fundido e interfere nas propriedades de fluidez (KHAN, *et al.*,2014).

### 1.3 Objetivos

Os objetivos dividem-se em objetivo geral e específico.

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo implementar um sistema de controle *kanban* a partir de práticas *lean* no estoque de matéria-prima em uma indústria de extrusão de palhetas de limpadores de para-brisa.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Definir ponto de pedido, estoque máximo e estoque de segurança da linha de palheta de para-brisa em um determinado período.
- Buscar a partir da metodologia 5S uma organização melhor dos materiais em estoque de modo a facilitar a obtenção de informações dos níveis de estoque.
- Implementar o sistema de controle *kanban* na empresa e observar possíveis melhorias atingidas.

### 1.4 Justificativa

Atualmente a produção de plástico no mundo é de 260 milhões de toneladas de resina de plástico (ABIPLAST, 2016). O Brasil representa 2,4% desse total, totalizando 6,24 milhões de toneladas. No ano de 2015 o setor de transformados plásticos no Brasil movimentou cerca de R\$ 62,2 bilhões de reais gerando 326.234 empregos em 11.599 empresas (ABIPLAST, 2016).

O setor de automóveis e autopeças brasileiro consumiu 12,1% de todos os artefatos de transformados plásticos produzidos em 2013. O processo produtivo mais utilizado para transformação de produtos plásticos neste período foi a extrusão, representando 62% da produção deste ano. Dentro desse valor, 32% é de extrusão de perfis (ABIPLAST, 2016).

Segundo Pozo (2010), o estoque é o setor que controla as disponibilidades e as necessidades do processo produtivo, sendo responsável por não deixar faltar material ao processo de fabricação. Portanto a análise e otimização do gerenciamento de matéria-prima a partir de uma implementação do sistema *kanban* nesse setor servem de contribuição aos gestores, pesquisadores e aos que trabalham nesse ramo.

Atualmente tem-se a ideia de reduzir gastos com estoque. O foco dos administradores alternou-se do “produza, estoque e venda” para “defina o mercado, planeje o produto e apoio logístico” (DIAS, 2010). Partindo dessa teoria, temos base para avançar estudos para reduzir os custos com a logística dos materiais do estoque.

Para Dias (2010), um sistema logístico adequado precisa ser um dos objetivos na coordenação das entradas e saídas de matéria-prima nos estoques. O resultado disso seria a manutenção dos níveis de estoque e capital investido no valor mínimo possível. A logística aplicada adequadamente auxiliará a tornar mínimas as flutuações da quantidade produzida e, assim, minimizar a probabilidade de haver problemas no fluxo de caixa. Devido a esses fatos, deve-se reconhecer a importância da logística na redução sistemática de problemas significativos aos projetos.

Portanto, esses fatos viabilizam nosso estudo sobre logística e como proceder para reduzir custos excessivos devido a esses problemas na indústria que estamos estudando.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O meio de maior eficácia para se obter uma produção sem desperdícios é pelo controle e monitoramento de todo processo (HARRIS, *et al.*, 2014). A partir disso, fez-se necessário revisar políticas de gestão de materiais para alcançar o *lean manufacturing*.

### 2.1 Gestão de estoque

O controle de estoques deve se preocupar em manter os custos de insumos o mais baixo possível, levando em consideração prazos, recursos e consequente efeito no preço de venda, tendo em vista não deixar faltar ou exceder material em relação à demanda de vendas (POZO,2010). Deve também prevenir-se contra o uso indevido, perdas e extravios. Para Dias (2010), é importante definir até que níveis os estoques devem flutuar para que atendam as altas e baixas do mercado e também qual deve ser a rotatividade dos estoques.

Para que um sistema de controle de estoque funcione, são necessárias quatro informações básicas: tempo de reposição, ponto de pedido, estoque mínimo, estoque máximo e lote de compras (DIAS,2010).

Tempo de reposição define-se como o tempo que a empresa leva para suprir o material que foi retirado do estoque. Inclui-se o tempo de chegada de material do fornecedor, tempo de análise do produto e alocação adequada (DIAS, 2010). Para a empresa de para-brisas que foi analisada, seria o tempo que a matéria prima leva para chegar ao estoque 1 e estar disponível para a produção.

O estoque de segurança é definido pela quantidade mínima de peças para garantir a continuidade do processo. Serve como um abastecimento caso ocorram variações de demanda. É também conhecido como estoque mínimo ou estoque reserva. Dentro de uma organização a definição desse nível se faz importante, pois os insumos não são consumidos de forma uniforme e o tempo de reposição nem sempre é garantido pelos fornecedores. A situação mais conveniente seria adotar um estoque de segurança que supra todo e qualquer tipo de variação, porém isso implica em custos elevados. Portanto, um estoque mínimo que otimize os recursos

disponíveis e minimize os custos é o ideal para atendimento de fatos previsíveis dentro da empresa (DIAS, 2010).

Ponto de pedido é o valor que estabelece quando o estoque necessita reposição. Essa medida indica o momento no qual a produção precisa disparar um aviso para o planejamento requisitar a ordem de compra de material. Definido também como ponto a partir do qual se deve fazer um novo pedido para que não sofra descontinuidade (DIAS, 2010).

Uma das funções do *kanban* é reduzir os níveis de estoque, para isso deve-se determinar um lote de compras inicial (VELOSO, 2006). Utilizando a filosofia *just-in-Time*, busca-se aumentar o número de pedidos de compras, mantendo variações de estoque menores (POZO, 2010).

Para cálculo do lote mensal inicialmente utiliza-se o valor médio da demanda, posteriormente alterado de acordo com busca de economia de compra, que pode ser obtido pelo comprador através do sistema *Kanban* (DIAS, 2010).

Lote de compras é a definição do montante de material que será comprado a cada ordem de compra solicitada. Esse valor é definido de acordo com a demanda.

Estoque máximo é o maior valor de material que pode haver no estoque. Deve-se manter os valores do estoque entre o máximo e mínimo, pois são os valores nos quais não há gastos desnecessários com matéria-prima. O resultado da soma do lote de compra com o estoque de segurança define o estoque máximo (DIAS, 2010).

Por meio dessas definições importantes, pode-se prosseguir com o processo de otimizar o estoque da linha de limpadores de para-brisas da empresa.

## 2.2 *Just in time*

O *Just in Time* é um método clássico de controle e planejamento de material, sendo uma ferramenta para minimizar perdas na produção. Esse método é base para a produção enxuta (VOLLMANN, *et al.*, 2006). Os principais benefícios do JIT seriam reduções do tempo de processamento da produção, maior resposta à demanda do mercado, reduções de estoque, de espaço e no custo da qualidade (VOLLMANN, *et al.*, 2006). Os dois pilares do sistema *Just in time* são o *kanban* e o *jidoka* ou automação humana que faz com que todos da empresa sejam responsáveis pela qualidade.

Problemas com incompatibilidade de estoque são frequentemente encontrados entre processos. Atualmente, há uma tendência em mudar maneiras de se operar em companhias de manufatura. Essas mudanças, normalmente, se dão no chão de fábrica, onde produtividade e qualidade são essenciais, e então expandidas para outros setores. Devido a isso, o conceito de *Just In Time* tem ganhado notoriedade ao longo dos tempos (MELOCHE, *et al.*, 1990).

Logo, podemos ter uma completa definição do JIT como sendo todos processos que produzem o necessário, no tempo adequado e tendo em mãos apenas o mínimo de estoque para conclusão. Para propósito de aumentar a qualidade de produção, JIT é uma ferramenta para reduzir taxas de defeitos, refugos e custos de retrabalho (MELOCHE, *et al.*, 1990).

O objetivo desse trabalho é fazer com que o processo de produção da linha de para-brisas da empresa se torne o mais próximo possível do *Just in time* e assim, conseguir manter a linha funcionando sem gastos excessivos e com a maior produtividade possível.

## 2.3 Kanban

Segundo Ohno (1997), a filosofia *kanban* surgiu a partir da ideia de funcionamento de um supermercado. As mercadorias compradas são registradas pelo caixa através de um cartão que indica a quantidade e a especificação da mercadoria, esse cartão é levado ao departamento de compras que rapidamente faz a reposição desse material. Esses cartões correspondem no Sistema Toyota de Produção ao *kanban* de movimentação. Caso o supermercado fosse uma fábrica haveria o *kanban* de produção, no qual o cartão é repassado ao departamento de produção.

Para que o *kanban* funcione é necessário que “As montanhas sejam baixas e os vales sejam rasos”, isso quer dizer que quanto maior a quantidade na retirada, mais trabalho é necessário para o processo precedente (OHNO, 1997). Portanto cada processo de produção deve estar preparado para produzir as quantidades necessárias no momento necessário (OHNO, 1997).

O *kanban* é uma das ferramentas do *lean manufacturing* que faz com que se alcance o estoque mínimo e traz muitas vantagens nas operações de gerenciamento e de negócios na organização (VELOSO, 2006).

Existem três tipos diferentes de se realizar esse método definidos como *kanban* de transporte ou movimentação, *kanban* de produção e *kanban* de fornecedor (VELOSO, 2006). O *kanban* de transporte serve para avisar o estágio antecedente de que o estágio precedente necessita de uma quantidade específica. O *kanban* de produção irá dar uma ordem de confeccionar um item para disponibilidade em estoque. O *kanban* de fornecedor avisa os fornecedores para que providenciam itens requisitados (VELOSO, 2006).

Existem importantes determinantes para se implementar esse sistema de cartões de modo a assegurar que seu funcionamento tais como participação de compradores e fornecedores, compromisso de funcionários e da direção da empresa (RAHMAN, et al., 2013).

Kanban é um sistema de informação que controla a produção de produtos necessários na quantidade em que são requeridos no momento correto em todos processo de manufatura da companhia. Kanban se diferencia do MRP (*Materials Requirement Planning*, ou planejamento de requerimento de material) por ser um *pull*

*system* (sistema que puxa a produção). MRP seria um *push system* (segue o fluxo de produção). Devido a isso, a maior fraqueza do MRP seria esse trabalho de "chute" de produção envolvido. Desse modo, o *kanban* mostrou-se o método ideal para o caso que estamos estudando (MELOCHE, *et al.*, 1990).

Além disso, o sistema *kanban* é uma das ferramentas para manufatura enxuta, ela auxilia no alcance de estoque mínimo instantâneo. Ele tem como meta minimizar perdas na produção. Seu significado, de origem japonesa, é recordação visível ou parte visível. Seu método consiste em que o material não será produzido ou movido até o cliente (pode ser entendido como responsável pela linha seguinte de produção) mandar um sinal para isso (RAHMAN, *et al.*, 2013).

Portanto, por essas razões foi utilizado o *kanban* para fazer o processo de melhoria no controle de estoque de materiais da empresa, na linha de limpadores de para-brisas.

## 2.4 Os cinco sentidos da qualidade

Para o sucesso da implementação de um sistema de qualidade, precisa-se organizar todos os processos, pois esse é o início para se alcançar novos conceitos administrativos (CANTO, *et al.*, 2006). Para essa organização inicial, um método bem conceituado é o 5S. Surgido no Japão na década de 1950, ele consiste em cinco passos: *Seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*, cada um com seu significado (RIBEIRO, 2005).

O conceito *Seiri* significa “utilização”. Consiste na classificação de itens ou informações como essenciais ou dispensáveis, dando devido fim ao que for desnecessário (MUKHOPADHYAY; SHANKER, 2005).

*Seiton* tem o significado de “ordenação”, organização dos itens considerados necessários. Objetivo de facilitar sua localização durante implementação (MUKHOPADHYAY; SHANKER, 2005).

*Seiso* é a “limpeza”, ação de manter a área limpa e arrumada sempre. Localizar as fontes de sujeira e eliminá-las, sendo o mais importante evitar que a desordem ocorra (MUKHOPADHYAY; SHANKER, 2005).

*Seiketsu* entende-se como “saúde”, busca pela manutenção de um ambiente livre de agentes agressivos ou causadores de mal-estar nas pessoas. Esse senso seria a aplicação dos anteriores, adicionando rotinas de higiene, segurança e saúde (CANTO, *et al.*, 2006).

*Shitsuke* significa “autodisciplina”. Considerado o mais importante, pois torna algo natural os sentidos anteriores. Pode-se obter com esse senso: qualidade no trabalho e ambiente, criatividade durante atividades, menos acidentes, diminuição do desperdício, satisfação dos colaboradores (CANTO, *et al.*, 2006).

O 5s ajuda a promover a responsabilidade coletiva dentro da organização, tendo como objetivo ser implementado para melhorar as condições de trabalho e trazer um ambiente de qualidade. Os sentidos são mais do que apenas limpeza, sendo uma filosofia para se alcançar padronização no local de trabalho.

## 2.5 Definição de níveis de estoque

Os níveis de estoque são os pilares da produção puxada (DIAS,2010). Para que sejam calculados é necessário definir o consumo médio de cada matéria-prima, de acordo com a equação 1.

$$C_{md} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{n} \quad (1)$$

Em que  $n$  é o número de períodos em que essas demandas foram somadas. De acordo com Dias (2010), esse número de períodos é arbitrário e experimental. Definiu-se primeiramente seis períodos para análise, representando cada período por um mês. Com o consumo médio de peças calculado é possível obter o lote de compras inicial dado pela equação 2.

$$LC = C_{md} \quad (2)$$

Além do consumo médio, é necessário definir o tempo de reposição de cada matéria-prima. Composto por tempo de elaboração e confirmação de pedido, tempo necessário para o fornecedor prover o pedido e pelo tempo para liberação do produto na fábrica (POZO,2010).

Para Pozo (2010) pode-se obter um valor para estoque de segurança com base no consumo médio durante um certo período e um grau definido de atendimento da demanda. Para calcular esse valor é utilizado o desvio padrão definido pela equação 3.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C - C_{md})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Além do desvio-padrão é necessário conhecer o coeficiente de grau de atendimento ( $k$ ). Esse grau é definido como a porcentagem da demanda total entregue pontualmente (NYHUIS, *et al.*, 2012). O valor do coeficiente é dado pela curva de Gauss, que pondera a faixa necessária para o estoque de segurança. Os valores de coeficientes de grau de atendimento estão listados na tabela 1.

Tabela 1: Grau de atendimento

Grau de atendimento	$k$
52%	0,102
55%	0,126
60%	0,253
65%	0,385
70%	0,524
75%	0,674
78%	0,775
80%	0,842
85%	1,036
86%	1,085
87%	1,134
87,5%	1,159
88%	1,184
89	1,233
90%	1,282
95%	1,645
97,5%	1,96
98%	2,082
99%	2,326
99,5%	2,576
99,9%	3,09

Fonte: Pozo (2010)

Para baixas variações de tempo de reabastecimento o estoque de segurança deve ser calculado através da equação 4 (NYHUIS, *et al.*, 2012). Esse valor determina a área em vermelho do sistema *kanban*.

$$ES = \delta \times k \quad (4)$$

Para o ponto de pedido utiliza-se a equação 5 abaixo para cada material (POZO, 2010).

$$pp = (C_{md} \times TR) + ES \quad (5)$$

O nível de recursos para estoque máximo é definido pela fórmula 6 (BORBA, *et al.*, 2015).

$$E_{max} = ES + LC \quad (6)$$

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O sistema de controle *kanban* é proposto no trabalho de modo a melhorar a gestão de materiais na empresa. Deixando claro os níveis de estoque para que todos os departamentos disponham dessa informação, objetivando, dessa maneira, práticas *lean*.

#### 3.1 Descrição da metodologia

A metodologia foi dividida em três etapas: definição de níveis de estoque, metodologia 5S para definição do recipiente e implementação do sistema de controle *kanban*. Consumo médio, estoque de segurança, ponto de pedido e estoque máximo definem os níveis de estoque. Os sensores *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* são os meios para implementação do 5S na linha de extrusão. A definição do número de *kanban*, elaboração do quadro e treinamentos compõem etapas para execução do sistema de controle *kanban*.

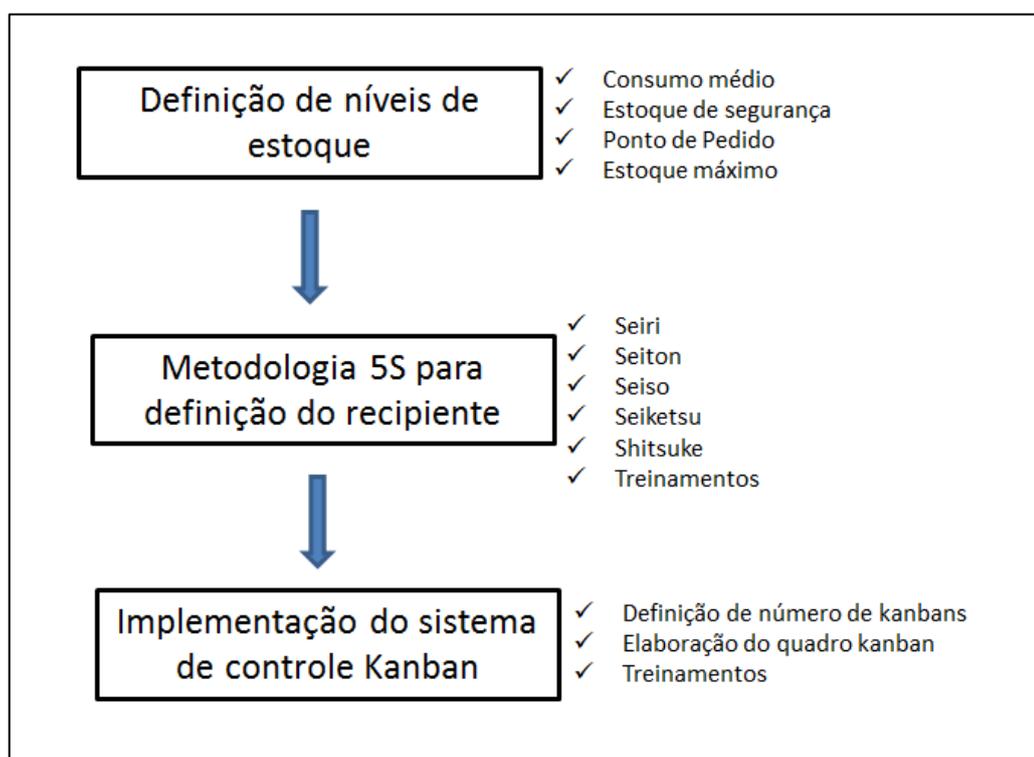


Figura 8: Descrição da Metodologia

Fonte: Os Autores

### 3.2 Metodologia 5S para definição de recipiente

Objetivando o *Seiri* do 5S, que visa descartar tudo o que é desnecessário (RIBEIRO, 2006), pretende-se eliminar a utilização das embalagens das matérias-primas, visto que como a embalagem muitas vezes permanece aberta em estoque ocorre a possibilidade de contaminação dos recursos a serem utilizados na produção.

Tentando utilizar o sistema *kanban* de modo a agilizar a obtenção de informações, é proposto um recipiente que permite a avaliação dos níveis de estoque da empresa em questão.

Esse recipiente visa a mudança da unidade de medida dos estoques de matéria-prima de quilogramas para litros, pois facilita a contagem visual da quantidade avaliada, conseguindo aumentar a velocidade da informação e simplificar o entendimento para todos os departamentos da empresa, descartando a utilização da balança. Utilizando tanques ou baldes graduados como o mostrado na figura 10 indicando o volume em litros da quantidade de material. O *seiton* é alcançado a partir da busca de definição de indicadores para monitoramento (QUITERIO, 2010).

Para a mudança de unidade dos níveis é utilizado a equação 8.

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (8)$$

Através do uso do balde (figura 9) fica fácil de evitar a contaminação do material, já que ele possui a tampa que impossibilita que impurezas entrem em contato, evitando defeitos durante o processo de extrusão (KHAN, *et. al.*, 2014), utilizando dessa forma o senso *Seiso*. Este senso promove a limpeza do local de trabalho, e nos recursos a serem utilizados que também deve manter um padrão de limpeza (RIBEIRO, 2006), portanto a limpeza após a utilização dos recipientes se faz necessária.



**Figura 9: Recipiente a ser utilizado para transporte de matéria-prima**  
**Fonte: Os Autores**

A utilização do balde também se fez importante para saúde do assistente de logística. Ele manuseia embalagens de 25 kg, quando o limite máximo recomendado para levantamento de peso, independentemente da posição de manuseio, é de 23 kg (NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTHY, 1994). Com estabelecimento desse recipiente, a quantidade de matéria-prima pode ser definida com valor menor do que 23 kg, deixando no máximo 20 kg para evitar possíveis riscos de dores relacionadas a coluna vertebral que o assistente de logística possa sentir.

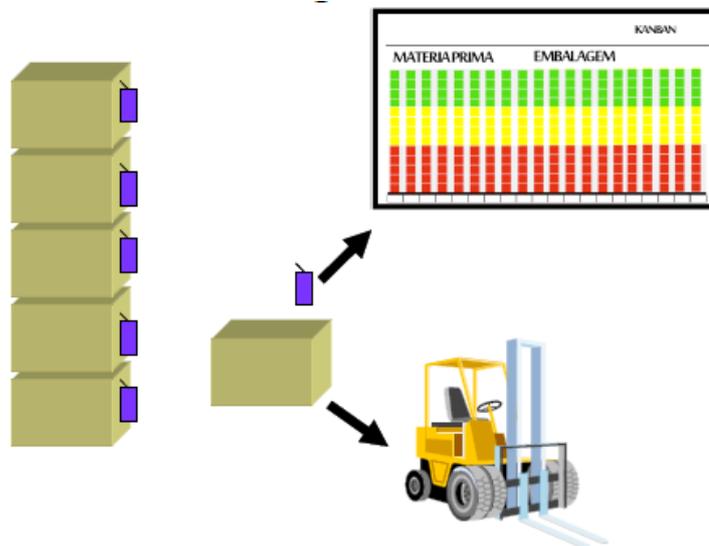
Em média, o custo de cada recipiente seria em torno de R\$80,00. O investimento se justifica pela garantia ao fluxo de operações, mínima manipulação, padronização e considerável utilização do espaço disponível que são critérios levados em consideração (DIAS, 2010).

Para implementar essa modificação é importante a autodisciplina, o *Shitsuke*. O que deve acontecer através realização de treinamentos aos envolvidos, orientações e noções da importância que essa modificação representa para a empresa.

### 3.3 Sistema de controle *Kanban*

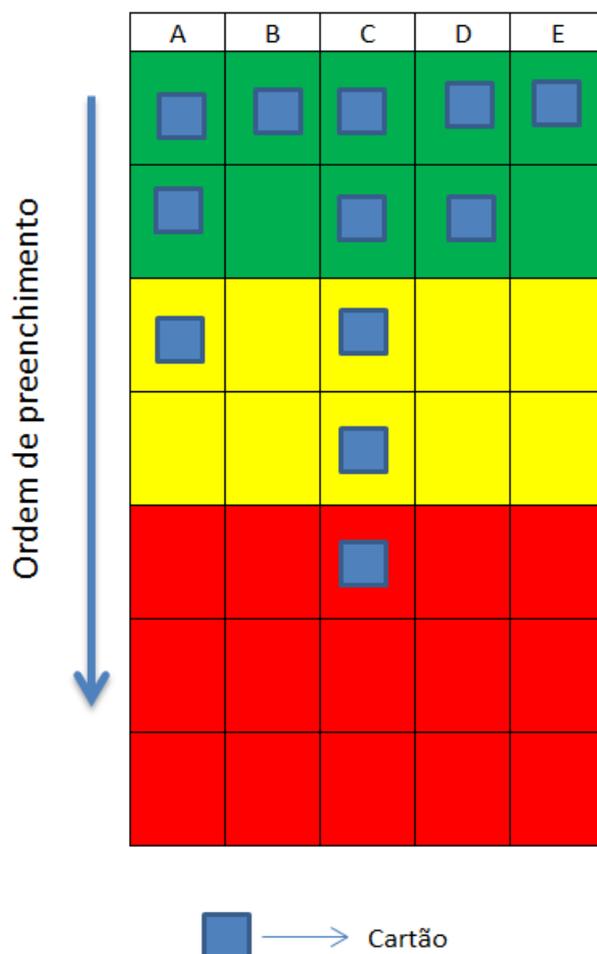
No sistema de controle *kanban*, um número fixo de cartões chamados *kanban* é associado a cada estágio de produção para implementação de um mecanismo de produção puxada. Esses *kanban* são usados como autorizações para consumo de peças acabadas e produção de novas partes.

Na medida em que matéria-prima entra em estoque ela ganha um *kanban*. A partir do momento em que uma quantidade de material sai desse estoque, o cartão é retirado e levado para um quadro onde esse montante se torna a demanda. A figura 10 esquematiza a saída de um material do estoque utilizando o sistema *kanban*.



**Figura 10: Exemplo de utilização de quadro kanban**  
**Fonte: VH2C GESTÃO EMPRESARIAL (2017)**

Para a empresa em questão, o quadro seria facilmente compreensível para os operadores e para os departamentos, visto que ele concentra as informações em um único local. À medida que os cartões são retirados dos recipientes, esses devem ocupar os espaços destinados, preenchendo primeiramente a faixa verde, depois a faixa amarela e por último a faixa vermelha (MUKHOPADHYAY; SHANKER, 2005), de acordo com o esquema mostrado na figura 11.



**Figura 11: Preenchimento do quadro kanban**

Fonte: Os Autores

Cada coluna do quadro representa um tipo de material. Se houverem cartões apenas na faixa verde, não há necessidade de reposição, caso também existam cartões na faixa amarela, ou seja, esteja entre o nível de ponto de pedido e de estoque de segurança, é necessário restituir o material para que não comprometa o processo produtivo. Caso haja *kanban* na faixa vermelha é necessária a reposição urgente, pois o nível de recursos apresenta-se no estoque de segurança (QUITERIO, 2010). Essas faixas devem ser ajustáveis, sendo o ponto de pedido e estoque de segurança calculados em função do consumo médio dos meses antecedentes (DIAS, 2010).

Segundo Mukhopadhyay e Shanker (2005) para obter um número ótimo de *kanban* no *Just in Time*, deve ser inicialmente calculado pela equação 7.

$$N_k = \frac{E_{max}}{CDR} \quad (7)$$

Entretanto deve ser alterado constantemente considerando quebras, manutenção preventiva, absenteísmo, problemas de qualidade, mix de produção, tempo de transporte, tempo de reposição de recipiente, entre outros.

### 3.4 Justificativa da Metodologia

Objetivando uma forma mais simples de solucionar as divergências de níveis de estoque, de modo que se entenda facilmente, por todos os departamentos da empresa é que o *kanban* se encaixa. Como essa metodologia tem como base o *just-in-time* e a visualização física das quantidades em almoxarifado, ela consegue promover essa interação.

Através desse método, é possível enxergar com facilidade os desperdícios e o momento em que se deve fazer a reposição, que conseqüentemente trazem a redução de custos e de tempos que não agregam valor para a empresa. O *kanban* tem como finalidade o *Just in Time*, ele deixa claro o que deve ser feito pelos gestores e supervisores. Fazendo que os operadores e gerentes busquem melhorias em relação à gestão de materiais.

Segundo Ohno (1997) o *kanban* serve para mostrar problemas e manter o controle do estoque, também impedindo excesso de produção, fornecendo informações sobre a produção e movimentação de materiais.

De acordo com Mukhopadhyay e Shanker (2005), o *kanban* tem sido implementado como estratégia de sobrevivência em muitas indústrias e tem atraído muitos pesquisadores da área.

## 4 DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE ESTOQUE DA EMPRESA

Foi realizada uma análise da quantidade de peças demandadas durante o período de outubro de 2016 até fevereiro de 2017, como mostrado na tabela 2.

**Tabela 2: Quantidade de peças demandadas**

<b>Matéria-Prima</b>	<b>outubro</b>	<b>novembro</b>	<b>dezembro</b>	<b>janeiro</b>	<b>fevereiro</b>
<b>D01007</b>	780	10660	12270	13010	17040
<b>D01008</b>	21060	9100	11960	17765	20800
<b>D01011</b>	3380	7800	2600	5460	6500
<b>D01012</b>	0	8320	3380	22669	0
<b>D01014</b>	3360	6240	20224	39381	0
<b>D01015</b>	3680	8000	16200	5600	11680
<b>D01019</b>	0	800	1760	2646	6020

Através desses valores e a partir da estrutura do produto mostrada no anexo B foi possível calcular os valores consumidos de matéria-prima. Fez-se a multiplicação das quantidades de cada mês pela composição de cada produto, e fazendo a soma de cada matéria-prima. Os cálculos estão detalhados no apêndice A e os resultados de cada matéria-prima por mês mostrados na tabela 3.

**Tabela 3: Demanda de matéria-prima de cada mês**

<b>Matéria-Prima</b>	<b>outubro</b>	<b>novembro</b>	<b>dezembro</b>	<b>janeiro</b>	<b>fevereiro</b>	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	364.3	637.8	429.2	823.1	623.1	2877.5
<b>MP0100</b>	12.9	17.3	26.5	38.4	22.0	117.1
<b>MP0125</b>	683.1	1195.9	804.7	1543.2	1168.2	5395.1
<b>MP0010</b>	271.7	208.5	882.3	1075.4	459.1	2897.0
<b>MP0238</b>	633.9	486.4	2058.7	2509.2	1071.4	6759.7

Com os valores encontrados foi possível obter os valores de consumo médio dos 5 meses, utilizando a equação 1, sendo mostrados na tabela 4.

Tabela 4: Consumo médio

<b>Matéria-Prima</b>	<b>Consumo médio (Kg)</b>
<b>MP0016</b>	575.5
<b>MP0100</b>	23.4
<b>MP0125</b>	1079.0
<b>MP0010</b>	579.4
<b>MP0238</b>	1351.9

Logo, esses valores são definidos inicialmente como o lote de compras de cada produto. A partir dessas quantidades, considerando um atendimento de demanda de 80% (valor obtido por informação dos funcionários da empresa), adicionando 1,036 como coeficiente de risco, foi possível obter os valores de estoque de segurança como mostrado na tabela 5.

Tabela 5: Nível de estoque de segurança

<b>Matéria-Prima</b>	<b>Nível do estoque de segurança (Kg)</b>
<b>MP0016</b>	189.21
<b>MP0100</b>	10.16
<b>MP0125</b>	354.76
<b>MP0010</b>	396.02
<b>MP0238</b>	924.05

Como os tempos de reposição são dados em dias úteis, e como o consumo médio é definido por período de meses, os tempos de reposição também devem ser listados em valores de fração de mês (DIAS, 2010), considerando que cada mês possui 22 dias. A tabela 6 mostra o tempo de reabastecimento de reposição de cada matéria-prima em dias e em fração de mês.

Tabela 6: Tempo de reposição

<b>Matéria-Prima</b>	<b>TR (dias)</b>	<b>TR (fração do mês)</b>
<b>MP0016</b>	7	0.32
<b>MP0100</b>	10	0.45
<b>MP0125</b>	10	0.45
<b>MP0010</b>	7	0.32
<b>MP0238</b>	10	0.45

Os pontos de pedidos de cada recurso mostrados na tabela 7 foram calculados utilizando os tempos de reabastecimento em fração de mês, utilizando a equação 5.

**Tabela 7: Ponto de pedido**

<b>Matéria-Prima</b>	<b>pp</b>
<b>MP0016</b>	372.32
<b>MP0100</b>	20.80
<b>MP0125</b>	845.22
<b>MP0010</b>	580.38
<b>MP0238</b>	1538.57

O lote de compras inicial de cada material é somado com seu respectivo estoque de segurança para se obter o estoque máximo de cada matéria-prima, sendo as quantidades mostradas na tabela 8.

**Tabela 8: Estoque máximo**

<b>Matéria-Prima</b>	<b><math>E_{max}</math> (Kg)</b>
<b>MP0016</b>	764.71
<b>MP0100</b>	33.57
<b>MP0125</b>	1433.78
<b>MP0010</b>	975.42
<b>MP0238</b>	2275.99

Os valores em litros dos níveis mostrados na tabela 9, obtidos a partir das densidades mostradas nas fichas técnicas de cada produto listados no anexo D.

**Tabela 91: Níveis em litros**

<b>Matéria-Prima</b>	<b>ES (L)</b>	<b>Pp (L)</b>	<b><math>E_{max}</math> (L)</b>
<b>MP0016</b>	209.53	412.32	846.85
<b>MP0100</b>	10.58	21.67	34.97
<b>MP0125</b>	369.54	880.44	1493.53
<b>MP0190</b>	0.00	0.00	0.00
<b>MP0010</b>	442.48	648.46	1089.85
<b>MP0238</b>	962.56	1602.68	2370.82

O número de *kanban* de cada segmento foi calculado utilizando a equação 8, sendo a quantidade máxima em litros de cada nível divididos pela capacidade máxima do balde de 20 litros, resultando nas quantidades de cartões mostradas na tabela 10.

**Tabela 10: Quantidade de kanban**

	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	44
<b>MP0100</b>	3
<b>MP0125</b>	76
<b>MP0010</b>	57
<b>MP0238</b>	121

As quantidades de cartões para cada nível de estoque foram limitadas pelas quantidades dadas pela tabela 10. Somando-se todos os níveis são necessários 102 espaços em vermelho, 66 espaços em amarelo e 130 espaços em verde, totalizando 298 espaços para montar o quadro *kanban*.

## 5 IMPLEMENTAÇÃO DO KANBAN E DO 5S

Para que se pudesse implementar o kanban, o conceito 5S teve que ser primeiramente difundido na empresa. Como forma de demonstração, os baldes foram utilizados apenas para uma matéria-prima, a MP0016. Assim convencendo os gestores, funcionários e direção de que as realizações das práticas advindas desse conceito poderiam trazer benefícios para a empresa.

Salientou-se a importância de se manterem fechados os recipientes de modo a livrar as matérias-primas de possíveis contaminações e de sempre manter os locais limpos e organizados para evitar confusões na hora da utilização dos recursos durante a extrusão.

Foi confeccionado um quadro *kanban*, como mostra o modelo na figura 12. As quantidades foram estipuladas na seção 4, tendo mais cartões do que a quantidade requisitada (350 ao invés de 301), para reposição em caso de extravios

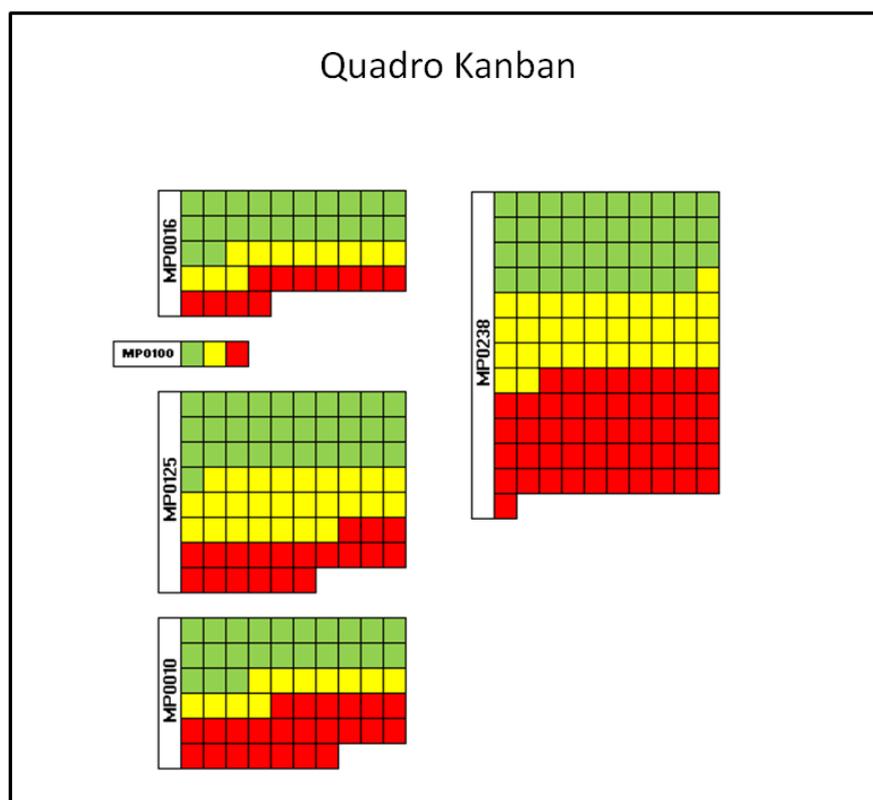
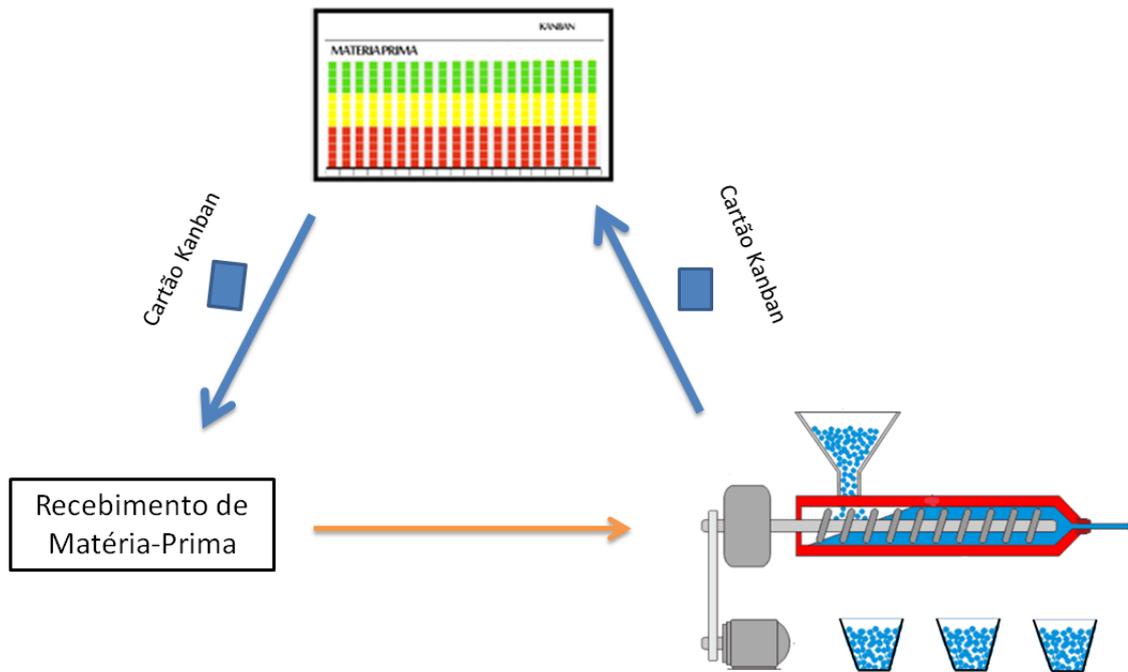


Figura 12: Modelo de quadro *kanban* aplicado na empresa  
Fonte: Os Autores

O quadro foi deixado próximo à extrusora. O controle de estoques de inventário e de produção foram unificados, deixando indicados no quadro a quantidade total de cada matéria-prima presente na empresa. A movimentação de produtos e de informações foi estabelecida de acordo com o esquema na figura 13.



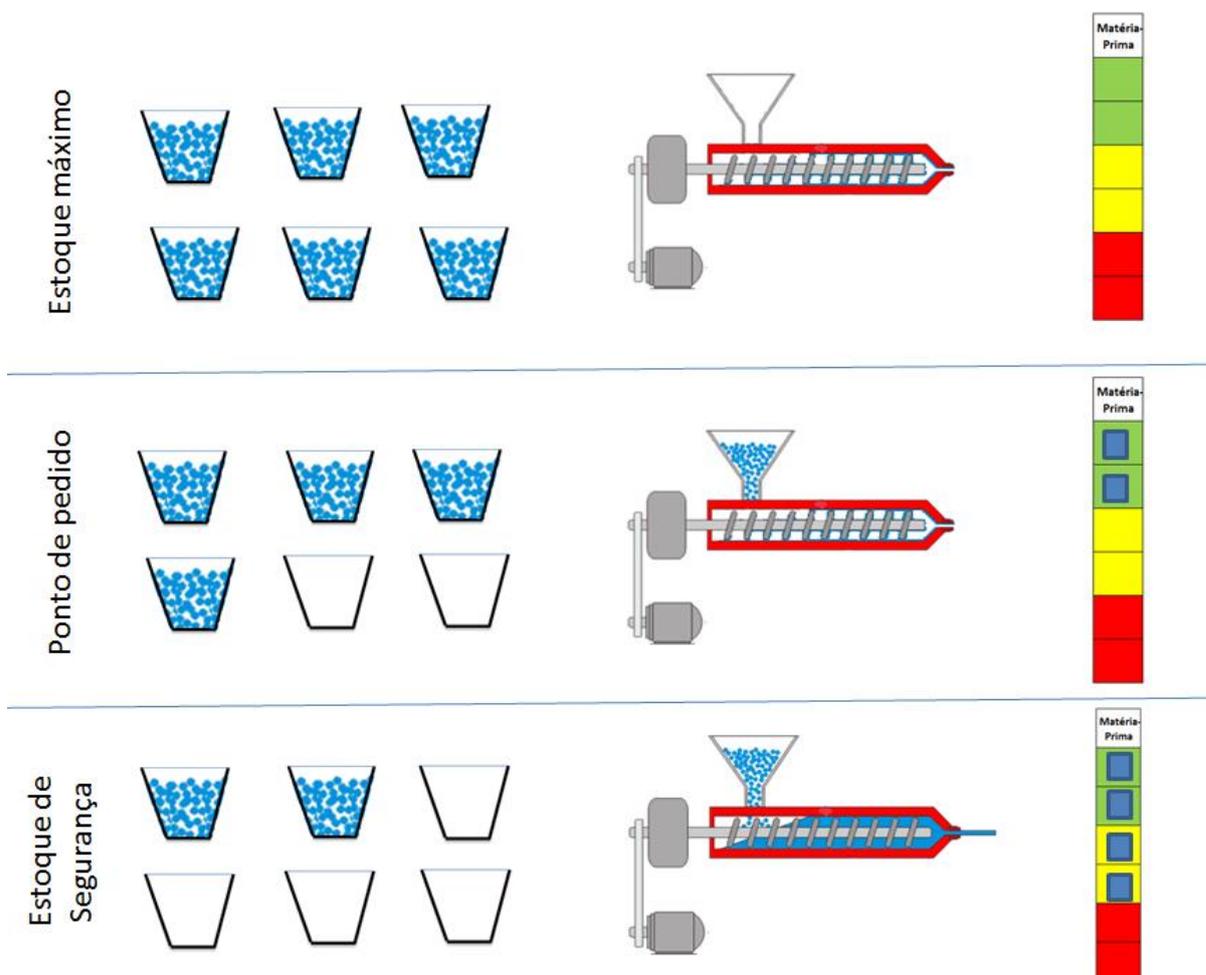
**Figura 13: Fluxo de recursos e de informações**

**Fonte: Os Autores**

As setas indicadas em laranja mostram a movimentação de materiais até o silo da extrusora. As setas em azul indicam o fluxo de informação (dos cartões *kanban*). O assistente de logística se tornou responsável pelo transporte de materiais até a extrusora e por mover os cartões do quadro até cada quantidade específica durante o recebimento. Os operadores se tornaram responsáveis por alimentar o silo dosador e por transportar o cartão até o espaço específico, preenchendo o quadro de acordo como mostrado na figura 13.

Na alimentação da extrusora os operadores foram orientados a utilizar um recipiente de cada vez de modo a sempre esvaziar por primeiro o recipiente que não estivesse completamente preenchido. Foi orientado também para que somente ao

término de cada recipiente é que o cartão *kanban* fosse levado para o quadro. O esquema mostrado na figura 14 detalha a operação em que o operador devia proceder ao alimentar o funil da extrusora.



**Figura 14: Sequência de preenchimento do quadro**

**Fonte: Os Autores**

Para implementação de tais conceitos, fez-se necessária a realização de treinamentos dos operadores e do assistente de logística, para que entendessem o conceito do sistema de controle e estabelecessem essa disciplina nas suas operações de movimentação, tendo em vista a importância do quadro e dos objetivos que poderiam ser alcançados.

## 6 RESULTADOS

Apesar do pouco tempo de implementação do *kanban* e do 5S (três semanas), melhorias foram percebidas de imediato, por exemplo a redução do tempo de *setup*. Ao visualizar e identificar com mais velocidade a quantidade em estoque presente no quadro *kanban* e nos baldes graduados, o assistente de logística e os operadores deixaram de realizar a verificação em balança das quantidades das matérias-primas, diminuindo assim o número de operações que necessitavam fazer antes do processo. Dessa maneira o tempo de transição foi reduzido, objetivando a prática SMED (single-minute exchange of die). Através dessa prática *Lean* busca-se minimizar o tempo perdido entre o fim de uma atividade e início da próxima (WILLIAMS; SAYER, 2015).

Com a utilização do quadro, o consumo de matéria-prima e a percepção de perdas de processo ficaram mais claros, já que o apontamento deixou de ser indicado pela pesagem de refugo e sim pela quantidade que foi consumida, que agora ficam evidentes pelos cartões no quadro e pelos baldes graduados. Através dessa percepção, o estoque intermediário ou estoque de produção foi reduzido em cerca de 5% quando comparadas com as mesmas quantidades de produtos demandados anteriormente. Isso ocorre devido a nova relação de número de cartões para número de peças a serem produzidas que está sendo abordado na empresa, apresentando um indicador de produção mais confiável e mais simples em relação ao apontado por quilogramas. Utilizando essa gestão visual ficou mais rápida a comunicação entre os departamentos.

Com a utilização dos baldes, a perda de matéria-prima por movimentação de materiais foi reduzida, pois com a disciplina adotada de lacrar os baldes após a utilização, dificultou-se despejos de recursos. Com o descarte prévio das embalagens o ambiente no estoque de produção ficou mais limpo e organizado. O assistente de logística relatou satisfação pela diminuição da quantidade do recipiente a ser manuseada.

## 7 CONCLUSÃO

As técnicas *lean* aplicadas no processo de extrusão plástica trouxeram melhorias para a empresa apesar do pouco tempo de aplicação, que acabou sendo um fator limitante para o estudo. A maneira intuitiva de interpretar o sistema de controle *kanban* e a metodologia 5S proporcionaram ganho de produtividade por reduções de tempos que não agregavam valor às atividades dos operadores.

O *kanban* mostrou ser um sistema que pode ser implementado e adaptado a esse tipo de processo, visando sempre o *Just-in-time*, eliminando desperdícios e proporcionando recursos no momento necessário. A padronização a partir do 5S serviu como pilar para a construção do gerenciamento a ser aplicado na empresa. Através da utilização de baldes as informações ficaram mais evidentes e mais claras.

A metodologia proposta de obtenção inicial dos níveis de estoque passou a ideia de tempo de reabastecimento de cada matéria-prima para os funcionários da empresa, contribuindo diretamente com os setores de compra, logística e planejamento de controle da produção.

## REFERÊNCIAS

ABIPLAST. Abiplast - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Abiplast**, 20 outubro 2016. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/>>.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial - transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BORBA, J. C. R. et al. Aplicação do sistema máximo-mínimo no controle de estoque de uma empresa do segmento termoplástico. **Enegep**, Fortaleza, 2015.

CANTO, C. C.; SANTOS, L.; GOHR, F. Implantação do sistema 5S no setor de armazenagem de uma empresa. **XXVI ENEGEP**, Fortaleza, Outubro 2006.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais - uma abordagem logística**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: Mais do Que Simplesmente Just-in-Time, Kobe, JP.

HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. **Fazendo fluir os materiais - um guia lean de movimentação de materiais para profissionais de operações, controle de produção e engenharia**. 1. ed. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute, 2014.

MELOCHE, D.; SINGH, N.; SHEK, K. H. The Development of a Kanban System: A Case Study. **International Journal of Operations & Production Management**, Ontario, Canadá, v. 10, n. 7, p. 28-36, 1990.

MUKHOPADHYAY, S. K.; SHANKER,. Kanban implementation at a tyre manufacturing plant. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, Nerul, India, Fevereiro 2005. 488-499.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção - além da produção em larga escala**. [S.l.]: Bookman, 1997.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção - além da produção em larga escala**. [S.l.]: Bookman.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais - uma abordagem logística**. 6ª. ed. [S.l.]: Atlas, 2010.

RAHMAN, N. A. A.; SHARIF, S. M.; ESA, M. M. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. **Procedia Economics and Finance**, Selangor, Malaysia, v. 7, p. 174-180, 2013.

SX AUTOMOTIVE. SX Automotive. **SX Automotive**, 19 Outubro 2016. Disponível em: <<http://www.sxautomotive.com.br/>>.

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

WHELAN, A.; DUNNING, D. J. **Developments in plastics technology**. 1<sup>a</sup>. ed. London, UK: Applied Science Publishers, 1982.

## ANEXO A

### RELAÇÃO DE CÓDIGOS E NOMES DOS PRODUTOS DA EMPRESA

A relação de nomes e códigos dos produtos fabricados na empresa em questão estão descritos na tabela 11.

**Tabela 21:** Nome e código dos corpos de palheta

<b>Código</b>	<b>Nome</b>
D01007	CORPO DA PALHETA 1160MM DYNAMIC
D01008	CORPO DA PALHETA 1265MM DYNAMIC
D01009	CORPO DA PALHETA 1315MM DYNAMIC
D01011	CORPO DA PALHETA 1415MM DYNAMIC
D01012	CORPO DA PALHETA 1490MM DYNAMIC
D01013	CORPO DA PALHETA 1590MM DYNAMIC
D01014	CORPO DA PALHETA 1160MM H.PERFORMANCE
D01015	CORPO DA PALHETA 1265MM H.PERFORMANCE
D01019	CORPO DA PALHETA 1590MM H.PERFORMANCE

Os códigos e os nomes das matérias-primas que devem ser utilizadas para confecção dos para-brisas estão listados na tabela 12.

**Tabela 12:** Nome e código dos corpos de palheta

<b>Código</b>	<b>Nome</b>
MP0016	PP H-603 HOMOPOLIMERO NATURAL
MP0100	MASTER BATCH PP PR 11829
MP0125	FORTIPRENE TPE 7105 A80 BE
MP0190	LAPRENE DESLIZANTE
MP0010	PP CP 741 COPOLIMERO NATURAL
MP0238	FORPRENE 6K5R 901 A75

## ANEXO B

### QUANTIDADE DE MATERIA-PRIMA PARA CADA PRODUTO

A tabela abaixo mostra as quantidades necessárias de cada matéria prima para produção de cada tipo de palheta de para-brisa. Cada linha da tabela mostra a composição requisitada para extrusão da palheta da mesma linha.

Se, por exemplo, surge uma demanda de 100 peças do produto D01007, a quantidade de material necessário é dada pelos valores da primeira linha da tabela 13 multiplicados por 100.

**Tabela 13:** Estrutura dos produtos.

<b>Palheta</b>	<b>MP0016</b>	<b>MP0100</b>	<b>MP0125</b>	<b>MP0010</b>	<b>MP0238</b>
<b>D01007</b>	0,013082	0,000269	0,024528	0	0
<b>D01008</b>	0,014258	0,000293	0,026733	0	0
<b>D01009</b>	0,014818	0,000304	0,027783	0	0
<b>D01011</b>	0,015938	0,000327	0,029883	0	0
<b>D01012</b>	0,016778	0,000345	0,031458	0	0
<b>D01013</b>	0,017898	0,000368	0,033558	0	0
<b>D01014</b>	0	0,000438	0	0,0219	0,0511
<b>D01015</b>	0	0,000477	0	0,023868	0,055693
<b>D01019</b>	0	0,000599	0	0,029962	0,069912

## ANEXO C

### CONTROLE DE ESTOQUE DA EMPRESA

A tabela 14 mostra os valores do estoque 1, comparando valores reais e os obtidos no sistema da empresa.

**Tabela 14: Matéria-prima do inventário e do software - estoque 1.**

<b>Matéria-prima</b>	<b>Físico (Kg)</b>	<b>Software (Kg)</b>
<b>MP0016</b>	1675	1572,2
<b>MP0100</b>	0	0,0
<b>MP0125</b>	2150	2025,0
<b>MP0190</b>	3,6	34,8
<b>MP0010</b>	1375	1450,0
<b>MP0238</b>	0	-117,4

Na tabela 15 estão os valores de materiais para o estoque 2. Possível notar uma discrepância nos valores, acima do encontrado no estoque 1.

**Tabela 15: Matéria-prima do inventário e do software - estoque 2**

<b>MP</b>	<b>Físico (Kg)</b>	<b>Software (Kg)</b>
<b>MP0016</b>	0	494,8
<b>MP0100</b>	0	0,0
<b>MP0125</b>	0	1224,6
<b>MP0190</b>	0	10,5
<b>MP0010</b>	300	1202,8
<b>MP0238</b>	500	912,2

## ANEXO D

### VALORES DE DENSIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Os valores de densidade de cada matéria-prima estão listados na tabela 16.

**Tabela 36: Valores das densidades de matérias-primas**

	<b>Densidade (kg/L)</b>
<b>MP0016</b>	0.903
<b>MP0100</b>	0.96
<b>MP0125</b>	0.96
<b>MP0190</b>	1.08
<b>MP0010</b>	0.895
<b>MP0238</b>	0.96

## APÊNDICE A

### CÁLCULO DA DEMANDA DE MATÉRIA-PRIMA DE CADA MÊS

A demanda de valores de matérias-primas calculadas para produção de cada produto nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro estão detalhados nas tabelas 17, 18, 19, 20 e 21.

**Tabela 17: Demanda de outubro**

	<b>D01007</b>	<b>D01008</b>	<b>D01011</b>	<b>D01012</b>	<b>D01014</b>	<b>D01015</b>	<b>D01019</b>	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	10.20	300.27	53.87	0.00	0.00	0.00	0.00	364.35
<b>MP0100</b>	0.21	6.17	1.11	0.00	1.47	1.76	2.20	12.92
<b>MP0125</b>	19.13	563.00	101.00	0.00	0.00	0.00	0.00	683.13
<b>MP0010</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	73.58	87.83	110.26	271.68
<b>MP0238</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	171.70	204.95	257.28	633.92

**Tabela 18: Demanda de novembro**

	<b>D01007</b>	<b>D01008</b>	<b>D01011</b>	<b>D01012</b>	<b>D01014</b>	<b>D01015</b>	<b>D01019</b>	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	139.45	129.75	124.32	139.59	104.69	0.00	0.00	637.81
<b>MP0100</b>	2.87	2.67	2.55	2.87	2.15	0.35	3.82	17.27
<b>MP0125</b>	261.47	243.27	233.09	261.73	196.30	0.00	0.00	1195.85
<b>MP0010</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.52	190.94	208.46
<b>MP0238</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.88	445.54	486.42

**Tabela 19: Demanda de dezembro**

	<b>D01007</b>	<b>D01008</b>	<b>D01011</b>	<b>D01012</b>	<b>D01014</b>	<b>D01015</b>	<b>D01019</b>	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	160.52	170.53	41.44	56.71	0.00	0.00	0.00	429.19
<b>MP0100</b>	3.30	3.50	0.85	1.17	8.86	7.73	1.05	26.46
<b>MP0125</b>	300.96	319.73	77.70	106.33	0.00	0.00	0.00	804.71
<b>MP0010</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	442.91	386.66	52.73	882.30
<b>MP0238</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	1033.45	902.23	123.05	2058.72

Tabela 40: Demanda de janeiro

	<b>D01007</b>	<b>D01008</b>	<b>D01011</b>	<b>D01012</b>	<b>D01014</b>	<b>D01015</b>	<b>D01019</b>	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	170.20	185.50	87.02	380.34	0.00	0.00	0.00	823.06
<b>MP0100</b>	3.50	3.81	1.79	7.82	17.25	2.67	1.58	38.42
<b>MP0125</b>	319.11	347.80	163.16	713.12	0.00	0.00	0.00	1543.19
<b>MP0190</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MP0010</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	862.44	133.66	79.28	1075.38
<b>MP0238</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	2012.37	311.88	184.99	2509.24

Tabela 5: Demanda de fevereiro

	<b>D01007</b>	<b>D01008</b>	<b>D01011</b>	<b>D01012</b>	<b>D01014</b>	<b>D01015</b>	<b>D01019</b>	<b>Total</b>
<b>MP0016</b>	222.9	296.57	103.60	0.00	0.00	0.00	0.00	623.08
<b>MP0100</b>	4.58	6.09	2.13	0.00	0.00	5.57	3.61	21.98
<b>MP0125</b>	417.96	556.05	194.24	0.00	0.00	0.00	0.00	1168.24
<b>MP0190</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MP0010</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	278.78	180.37	459.15
<b>MP0238</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	650.49	420.87	1071.36