

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Yan Gabriel Matsumoto

**Aplicação de Lean Manufacturing na redução de Perdas de
Processo em uma indústria de manufatura vidreira**

Taubaté – SP

2017

Yan Gabriel Matsumoto

**Aplicação de Lean Manufacturing na redução de Perdas de
Processo em uma indústria de manufatura vidreira.**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Título de Bacharel em Engenharia
Mecânica do Departamento de Engenharia
Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Paulo Cesar Corrêa Lindgren

Co-orientadora: Profa. Maria Regina Hidalgo de
Oliveira Lindgren

Taubaté – SP

2017

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / Unitau - Biblioteca das Engenharias**

M434a Matsumoto, Yan Gabriel
 Aplicação de lean manufacturing na redução de perdas de
processo em uma indústria de manufatura vidreira. / Yan
Gabriel Matsumoto. - 2017.

53f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) –
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia
Mecânica e Elétrica, 2017
Orientador: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren,
Coorientador: Profa. Ma. Maria Regina Hidalgo de
Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica e
Elétrica.

1. Lean manufacturing. 2. Just in time. 3. Perdas de
processo. I. Título.

YAN GABRIEL MATSUMOTO

APLICAÇÃO DE LEAN MANUFACTURING NA REDUÇÃO DE PERDAS DE
PROCESSO EM UMA INDÚSTRIA DE MANUFATURA VIDREIRA.

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Mecânica do Departamento
de Engenharia Mecânica da Universidade
de Taubaté.

Data: 27/10/2017

Resultado: Aprovado.

BANCA EXAMINADORA

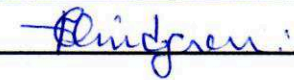
Prof. Paulo César Corrêa Lindgren

Universidade de Taubaté

Assinatura 

Prof. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren

Universidade de Taubaté

Assinatura 

Dedico esse TG à minha família,
que sempre acreditou no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por sempre me proporcionar forças nos momentos mais difíceis para não desanimar ou desistir.

A minha família por estar ao meu lado dando todo suporte necessário, conseguindo fazer o possível e o impossível para me suportar, sempre ressaltando a importância do conhecimento e o valor da sabedoria na jornada da vida.

A minha namorada, por me apoiar, me ouvir, me suportar e me alegrar nos momentos que elaborava esta dissertação. Agradeço imensamente pela ajuda e novos conhecimentos obtidos.

A todos que trabalharam comigo e me ajudaram a entender como funciona um processo fabril em momentos de estágio, sempre todos dispostos à ajudar.

Ao professor Mestre Paulo Cesar Corrêa Lindgren e a professora Mestra Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, por estarem sempre dispostos a ajudar no que for necessário, carregando consigo uma mistura de bom humor com sabedoria.

E a todos que fizeram parte deste ciclo da minha vida, deixo meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar as dificuldades, desafios e melhorias encontradas por uma indústria do ramo vidreiro em implantar o Sistema de Manufatura Enxuta, ou *Lean Manufacturing*. Utilizando as ferramentas do *Just In Time* e filosofia *Kaizen*, a empresa busca combater dois dos Sete Desperdícios da Produção: o Desperdício de Processamento e Desperdício de Produzir Itens/Produtos Defeituosos. Busca-se diminuir a eliminação da quantidade de vidros recortados em perfeito estado. Quando ocorre tal fenômeno, denomina-se *Perdas de Processo*. Um de seus desafios é a Resistência a Mudanças e Implementação de Novos Processos, tendo que aprimorar a maneira de pensar do ser humano e implantar a busca à perfeição.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Just In Time. Kaizen. Perdas de Processo.

ABSTRACT

This paper aims to present the difficulties, challenges and improvements encountered by a glass industry in implanting the *Lean Manufacturing System*. Using *Just In Time* tools and *Kaizen* philosophy, the company seeks to combat two of the *Seven Waste of Production*: Waste of Processing and Waste of Producing Defective Items / Products. It is sought to reduce the elimination of the amount of glasses trimmed in perfect condition. When such a phenomenon occurs, it is called *Process Loss*. One of its challenges is the Resistance to Changes and Implementation of New Processes, having to improve the way of thinking of the human being and implant the search to perfection.

Keywords: Lean Manufacturing. Just In Time. Kaizen. Process Loss.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ângulo ideal para roletes de corte	37
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As cinco fases do 5S	18
Figura 2 – Ciclo PDCA	22
Figura 3 – Diagrama de <i>Ishikawa</i>	25
Figura 4 – Dimensões Traver e Jumbo	29
Figura 5 – Perdas	30
Figura 6 – Trim	31
Figura 7 – Escamas no Bordo (Zoom 1.000x)	32
Figura 8 – Escamas de Superfície Inferior (Zoom 5.000x)	33
Figura 9 – Escama de Superfície Superior (Zoom 5.000x)	33
Figura 10 – Serrilhado no Bordo (Zoom 10.000x)	34
Figura 11 – Bico Positivo/Bico Negativo	35
Figura 12 – Risco na Superfície do Vidro	35
Figura 13 – Marca de Raspão de Empilhamento	36
Figura 14 – Exemplo de ângulos de roletes	37
Figura 15 – Gráfico de Pareto	39
Figura 16 – Análise de Causa (<i>Ishikawa</i>)	40
Figura 17 – Análise 5 Por Quês	41
Figura 18 – Modificação na Planilha de Produção	42
Figura 19 – Ficha de Controle de Parâmetros	43
Figura 20 – Correias Transportadoras	44
Figura 21 – Rolinhos Antigos (Laranja PU)/Rolinhos Novos (Preto Borracha Nitrílica)	45
Figura 22 – Barreira de Sensores	46
Figura 23 – Gráfico de Acompanhamento Diário/Cartas CEP disponibilizados na área	47
Figura 24 – Gráfico Set/16 a Mar/17 (Fase 1)	48
Figura 25 – Gráfico Jul/17 a Out/17 (Fase 2)	49
Figura 26 – Roleta Padrão/Roleta Cutmaster Platinum	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos	13
1.1.1. Objetivo Geral	13
1.1.2. Objetivos Específicos	13
1.2. Delimitação do Estudo	14
1.3. Relevância do Estudo	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. História e Origem do Vidro	15
2.1.1. História do Vidro Float – Origem e Fabricação	15
2.2. A filosofia Lean Manufacturing	17
2.3. Metodologia 5S	18
2.3.1. Seiri - (Eliminar)	19
2.3.2. Seiton - (Arrumar)	19
2.3.3. Seiso - (Limpar).....	19
2.3.4. Seiketsu - (Padronizar).....	20
2.3.5. Shitsuke – (Respeitar).....	20
2.4. Just-In-Time – JIT	20
2.5. O ciclo PDCA	21
2.5.1. Fase 1 – Plan	22
2.5.2. Fase 2 – Do	23
2.5.3. Fase 3 – Check	23
2.5.4. Fase 4 – Act.....	24
2.6. Diagrama causa-efeito (Ishikawa)	24
2.7. Análise ‘5 Por Quês’	26
2.8. Kaizen	26
2.9. Matriz QX	26
3. METODOLOGIA	28
4. ESTUDO DE CASO ÚNICO	29
4.1. Dimensões de Matéria Prima	29
4.2. A Linha de Recorte	29
4.3. Tipos de Perdas	30
4.3.1. Perda de Qualidade	31

4.3.2. Perda Geométrica	31
4.3.3. Perda de Processo.....	32
4.4. Tipos de Defeitos	32
4.5. Teoria do Corte.....	36
4.5.1. Roleta de Corte	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1. Debate	38
5.2. Ações	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
6.1. Ações Futuras	49
6.2. Dificuldades.....	50
6.3. Aprendizados	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

Visando aumentar a capacidade de produção e, ao mesmo tempo, reduzir os desperdícios, o Sistema de Manufatura Enxuta, ou Lean Manufacturing, pode ser implantado em empresas de variados ramos, dos processos simples aos mais complexos.

Tem como desafio enfrentar a famosa Resistência à Mudanças, muito comum em pessoas já acostumadas a realizar certa atividade, tendo suas próprias maneiras e manias.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Utilizar ferramentas *Lean Manufacturing* para reduzir as perdas de processo em uma linha de recorte de vidro para o ramo automotivo, tendo em vista as dificuldades na aderência e resistência com métodos antigos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar as maiores causas para perda de processo;
- Identificar e compreender o sistema Lean Manufacturing;
- Identificar os desafios na implantação do novo método;
- Compreender os benefícios e melhorias que o Lean Manufacturing pode proporcionar à uma linha de produção contínua.

1.2. Delimitação do Estudo

O estudo aqui realizado pode ser implementado em qualquer linha de recorte de vidro automotivo em território nacional. Utilizando o famoso sistema Toyota para eliminar desperdícios e tornar cada vez mais eficientes os processos fabris.

1.3. Relevância do Estudo

Nos tempos de crise econômica que o país está vivenciando, as empresas procuram sempre diminuir seu custo de produção, diminuir as perdas e aumentar sua produtividade. Mediante a esse pensamento, foi verificada a oportunidade de implantar novas ferramentas para aprimorar o conceito de produção enxuta.

Famoso em várias organizações ao redor do mundo, foi a escolha perfeita para ser implantado em uma indústria de manufatura vidreira, no departamento de recorte de vidro automotivo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. História e Origem do Vidro

Embora os historiadores não tenham dados totalmente precisos sobre sua origem, foram descobertos nas necrópoles egípcias alguns objetos de vidro, como recipientes e embalagens. Por isso, imagina-se que já havia conhecimento do material há pelo menos 4.000 anos antes da era Cristã. Para alguns autores, como Castro (2003), foram os fenícios que, ao improvisar uma fogueira numa praia para ter onde se abrigar da chuva, notaram que do fogo escorria uma substância brilhante que se solidificava em poucos segundos. Nesse momento nascia o vidro.

Segundo a Empresa Alfa (2015), as técnicas de fabricação se desenvolveram apenas próximo ao ano 100 a.C., quando os romanos passaram a utilizar o sopro dentro de moldes na fabricação de vidro, possibilitando sua produção em série. Um grande marco na história do vidro foi a produção de vidros em diversas cores pelas vidrarias de Murano. Desde a época dos romanos já era fabricado vidro na França. Porém, em meados do século XVIII o então rei francês Luís XIV reuniu alguns mestres vidreiros e montou a Companhia de Saint-Gobain, para que fosse feito os espelhos do Palácio de Versalhes. Nessa época a indústria prosperou e alcançou um notável grau de perfeição.

Com a mecanização dos processos e a revolução industrial, surgiu a indústria moderna do vidro. Em 1952, na Inglaterra, foi desenvolvido o processo para produção do Vidro Float, também conhecido como cristal ou vidro plano, revolucionando a tecnologia dessa gigante indústria.

2.1.1. História do Vidro *Float* – Origem e Fabricação

O Vidro *Float* tem esse nome pois a massa de vidro flutua em uma piscina de estanho líquido. *Float*, em tradução livre do inglês significa flutuar. De acordo com a Empresa Alfa (2015), no ano de 1952, a empresa inglesa Pilkington deu início ao desenvolvimento de uma nova tecnologia para fabricação de chapas de vidro plano.

Segundo a Pilkington (2017), desde a descoberta da técnica do sopro, há quem diga que o sistema Float foi uma revolução na fabricação do vidro. Admite-se que pode haver um certo exagero nessa ideia, mas é inegável que a introdução do novo processo representou um grande avanço tecnológico na história do vidro plano.

[...] Fazendo flutuar vidro derretido em estanho também derretido, Pilkington conseguiu produzir vidro quase tão plano quanto suas placas prensadas e polidas, a uma espessura econômica e em grandes quantidades, através de um processo contínuo. (USP, 2017, p. 66).

O processo de fabricação do vidro plano pode ser comparado com uma receita de bolo, conforme exemplifica Carvalho (2015). Os elementos que compõem o vidro são:

- Sílica (areia) – 72%;
- Sódio (Barrilha) – 14%;
- Cálcio (calcário) – 9%;
- Magnésio – 4%;
- Alumina – 0,7%;
- Potássio – 0,3%.

Exatamente como uma massa de bolo, os ingredientes são misturados em uma proporção correta. Os componentes são misturados em uma grande máquina chamada misturador, juntamente com cacos de vidros. Os cacos têm uma importante função, pois diminuem a temperatura necessária para fundir a massa do vidro dentro do forno, economizando energia elétrica e gás, além de ser uma das matérias primas para a realizar a fabricação.

Após passar pela etapa do misturador, todo o material é direcionado ao forno de fusão, onde se encontra o vidro fundido, que está em seu estado líquido. Nesse momento, a temperatura do forno se encontra em aproximadamente 1.530 °C. Toda mistura entra por uma extremidade do forno e vai se fundindo aos poucos pelo caminho conforme ação do calor. Durante esse processo, é necessária a liberação de gás carbônico para não haver a formação de bolhas de ar no produto final. (CARVALHO, 2015).

Carvalho (2015) explica que quando o vidro fundido chega à extremidade oposta do forno de fusão, possui uma viscosidade que se assemelha ao mel, estando pronto para ingressar no processo do banho. A massa do vidro é derramada em uma piscina de estanho com 15 centímetros de profundidade. Pelo fato do estanho ser mais denso que o vidro, os dois elementos não se misturam, fazendo a massa flutuar, expressão *Float* em inglês. O fenômeno se assemelha com o óleo que flutua na água, e por isso o vidro fica completamente plano.

2.2. A filosofia *Lean Manufacturing*

Não foi de um dia para o outro que a sociedade se conscientizou sobre os valores que devemos dar aos recursos existentes para a nossa sobrevivência. Porém, hoje temos mais informações e tecnologia sobre como utilizar melhor esses recursos, evitando assim, desperdícios. Um modelo japonês de administração, que foi universalizado por trazer produtos de alta qualidade e baixo preço, foi o Sistema Toyota de Produção. “Quanto mais se tornava conhecido, mais o modelo japonês revelava a simplicidade de seus componentes: eficiência, qualidade e participação dos funcionários nas decisões [...]” (MAXIMIANO, 2000, p. 234).

O Sistema Toyota de Produção é o principal exemplo de abordagem de um Sistema de produção enxuta ou Sistema *Lean* de produção, onde o objetivo de eliminar desperdícios garante a melhora na qualidade dos processos e a redução de tempo e custos de produção. Em outras palavras, o sistema aumenta de forma eficaz o valor adicionado das operações realizadas em todos os processos de uma empresa, eliminando ou minimizando recursos ineficazes e demoras excessivas (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Quando aplicado e adaptado a empresa a qual se destina, o conceito *Lean Manufacturing* propicia excelentes resultados na produção, pois apresenta inúmeras oportunidades para eliminação e redução de desperdícios, podendo ser citadas as operações que não agregam valor, os grandes estoques, processos de compra lento, ineficiência em sistema de informações, aprovações em documentos importantes ou duplicidade de tarefas, entre outros casos (Womack e Jones, 2003).

Para se obter sucesso em uma empresa, é necessário que, além de um bom departamento de Marketing e Vendas, haja uma produção bem estruturada. É

importante que a área de produção seja bem desempenhada, em conjunto com o departamento de Vendas, que deve ser bem efetivo, para assim alcançar o produto final desejado e atingir o objetivo almejado (Hall, 1988).

Na filosofia *Lean Manufacturing* são foram identificados e categorizados sete desperdícios por Taiichi Ohno, sendo eles:

- Defeitos;
- Excesso de produção ou Superprodução;
- Espera;
- Transporte;
- Movimentação;
- Processamento inapropriado;
- Estoque.

2.3. Metodologia 5S

A metodologia 5S é considerada a base da filosofia *Lean Manufacturing* nas empresas. Surgido no Japão na década de 1960, essa sistemática tem cinco fases, como apresentado abaixo, e a implantação desse processo significou a recuperação de empresas japonesas, sendo base para introdução de estratégias da Qualidade Total. Os passos da metodologia 5S estão divididos em palavras japonesas (Valeo, 2002).

Figura 1 - As cinco fases do 5S.



Fonte: Sistema de Produção Valeo SPV (Valeo, 2002).

2.3.1. Seiri - (Eliminar)

Tenha somente coisas que sejam fundamentais e na quantidade adequada e essencial. É necessário enxergar quais são peças relevantes e separá-las das consideradas inúteis. Descartando-se tudo que não é relevante, é possível focar somente nos elementos necessários. As vantagens de realizar essa etapa são: diminuição da necessidade de se ter maior espaço, maior estoque e diminuir gastos com coisas associadas, como armazenamento, transporte e seguros; além de viabilizar itens como transporte interno, área física, produção e cumprimento de tarefas no horário esperado (Valeo, 2002).

Antes da realização desta etapa, é necessário fazer registros fotográficos afim de obter arquivos sobre a situação na qual a empresa se encontrava antes de ser implantado o método. É importante instruir um grupo para que este saiba como executar as devidas tarefas. Tudo deve ser analisado, e o que for considerado irrelevante deverá ser identificado e obter um destino final, como local de guarda em outro setor, venda, conserto ou descarte (Valeo, 2002).

2.3.2 Seiton - (Arrumar)

Para Valeo (2002), cada item deve ser realocado em seu respectivo lugar após ser utilizado. Tudo deve permanecer próximo ao local de trabalho e com fácil acesso, tendo disponível tudo o que for necessário, a qualquer hora, com boa qualidade e quantidade certa, proporcionando vantagens e melhores condições de trabalho.

2.3.3. Seiso - (Limpar)

Valeo (2002), descreveu a importância de manter a limpeza no ambiente de trabalho, pois a higienização tem as seguintes vantagens: melhora a imagem da empresa, faz com que os pontos críticos sejam mais facilmente identificados, além de os funcionários se sentirem mais animados ao trabalharem em um local limpo.

2.3.4. Seiketsu - (Padronizar)

Segundo Valeo (2002), depois da finalização das etapas anteriores do sistema, alguns hábitos devem ser estabelecidos para que haja regularização das fases preliminares. É necessário estabelecer mecanismos e estratégias para análises contínuas, no qual a opinião de todos os participantes deve ser levada em consideração, a fim de contribuir para a melhoria do sistema.

- Área demarcada para avaliação de produto segregado;
- Criação de Planos Diários de Manutenção.

2.3.5. Shitsuke – (Respeitar)

Esta fase do sistema diz respeito a seguir de forma sistêmica todas as atividades anteriores estabelecidas. É importante que elas se tornem habituais, para que todas as pessoas as executem de maneira diária e assim alcançar a meta de se obter altos padrões dentro da empresa (Valeo, 2002).

2.4. Just-In-Time – JIT

Em meados da década de 1970, surgia no Japão o *Just-In-Time* (JIT), que foi criado e creditado a Toyota Motor Company, como um modelo de sistema que tinha como objetivo específico, estruturar os diferentes modelos e cores de veículos, com o mínimo atraso possível. Esse sistema consiste em produzir somente o que for necessário, em quantidades exatas e somente quando for solicitado (Corrêa e Giancesi, 1993).

Tendo como objetivos fundamentais: qualidade e flexibilidade do processo, o sistema JIT é considerado uma filosofia de trabalho, sendo mais que um conjunto de técnicas. Essa filosofia não é uma forma tradicional de administração de produção (Corrêa e Giancesi, 1993). Os itens incluídos no JIT, são:

- Zero defeito;
- Tempo zero de preparação (*Set Up*);
- Estoque zero;
- Movimentação zero;
- Quebra zero;
- Lote unitário (uma peça).

2.5. O ciclo PDCA

De acordo com Campos (1992, p. 77), ‘o PDCA é um método para a “prática do controle”’. Seguindo esta ideia, o ciclo PDCA é um método de suporte ao *Problem Solving*, sendo exercido através das seguintes atividades de planejamento, também exemplificado na Figura 2:

- *Plan*: Planejamento (estudo do problema);
- *Do*: Execução (implementação das ações);
- *Check*: Verificação (*follow-up* dos resultados alcançados);
- *Act*: Agir / Atuação Corretiva (re-calibragem / padronização / expansão).

Segundo Efeso (2016), resolver um problema significa descobrir e utilizar contramedidas que previnem a sua reincidência, ou seja, eliminar as causas pela raiz.

Figura 2 - Ciclo PDCA.



Fonte: <http://ajustarofoco.blogspot.com.br/2014/03/o-que-e-pdca.html>

2.5.1. Fase 1 – *Plan*

1. Definição do problema:

- Definir o objeto (ex.: identificar o problema a ser enfrentado);
- Motivar a escolha (as razões pelas quais precisa ser enfrentado);
- Definir os objetivos (clara e quantitativamente) e as vantagens obtidas se forem alcançadas (efeitos econômicos tangíveis e intangíveis);
- Planejar as atividades;
- Formar as pessoas nos métodos do *Problem Solving* (Resolução de Problemas).

2. Análise do problema:

- Definir um sistema de coleta de dados;
- Coletar os dados necessários;
- Controlar validades e confiabilidade;

- Estratificar os dados para torna-los significativos;
- Identificar os efeitos negativos (ou efeitos a serem estudados);
- Definir sua importância e identificar a prioridade de análise/intervenção;
- Introduzir um sistema de coleta de dados contínuos.

3. Identificar as causas

- Descobrir todas as possíveis causas;
- Identificar as causas mais prováveis (hipóteses);
- Controlar as causas mais prováveis (coleta de dados, elaboração, experiências, etc.).

4. Projetar e planejar as ações corretivas

- Pesquisar e analisar as possíveis soluções;
- Identificar as soluções mais eficazes;
- Projetar as ações corretivas concordadas (modos e tempos);
- Definir os critérios para verificação dos resultados.

2.5.2. Fase 2 – *Do*

5. Efetuar as ações

- Formar as pessoas responsáveis pela implementação das soluções;
- Preparar a intervenção (tudo o que for necessário);
- Execução.

2.5.3. Fase 3 – *Check*

6. *Follow-up* dos resultados

- Controlar que as ações foram realizadas nos prazos previstos/planejados;
- Confrontar os dados obtidos com a situação inicial em base aos critérios definidos;

- Confrontar os resultados com os objetivos iniciais.

2.5.4. Fase 4 – Act

7. Padronização

➤ Resultados obtidos:

- Padronizar as ações corretivas para consolidá-las e torna-las irreversíveis;
- Iniciar um treinamento específico e aprofundado com os operadores;
- Planejar e controlar a validade das ações, dos modos e dos tempos;
- Fazer eventualmente o PDCA para melhorar ainda mais.

➤ Objetivo não alcançado:

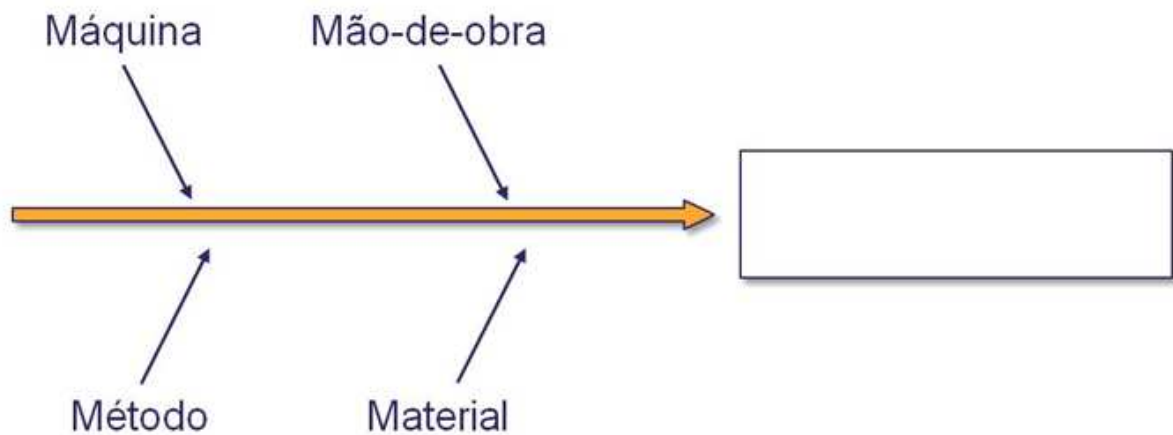
- Iniciar um novo ciclo PDCA sobre o mesmo problema.

2.6. Diagrama causa-efeito (*Ishikawa*)

Conforme exemplificado na Figura 3, possui uma estrutura semelhante a uma espinha de peixe, que representa a relação entre um efeito e suas possíveis causas, tendo o objetivo de evidenciar, classificar e correlacionar as possíveis causas de um problema (efeito), para orientar e focalizar a discussão sobre o problema em questão, para suportar a análise de modo que a construção do diagrama e a discussão do argumento ajudem na tomada de novas decisões. (EFESO, 2016).

De acordo com Efeso (2016), convém utilizar o diagrama causa-efeito na abordagem de um problema, com a necessidade de identificar suas causas.

Figura 3 - Diagrama de *Ishikawa*.



Fonte: Efeso (2016).

Como aplicar o diagrama causa-efeito:

- Definir o efeito de modo claro e sucinto;
- Indicar o efeito dentro de um retângulo colocado no lado direito do papel, traçar uma linha reta que atravesse toda folha até este retângulo;
- Colocar setas orientativas em direção à linha (seta) principal. Estas setas (ramos principais) representam as macro-causas (ou causas principais);
- Definir as causas mais prováveis, aquelas com maior incidência no problema, classificando-as por ordem de importância. Pode-se utilizar um diagrama de Pareto, ou em caso de ausência de dados específicos, recorrer ao Brainstorming, para concluir-se com um dado;
- Verificar as causas mais importantes.

Os diferentes efeitos que influenciam um processo podem ter muitas categorias de causas principais. Estes últimos podem ser reagrupados em quatro categorias principais, definidos como 4M's. (EFESO, 2016).

- Máquina;
- Mão-de-Obra;
- Material;
- Método.

2.7. Análise '5 Por Quês'

De acordo com Efeso (2016), é uma técnica para resolver problemas (basicamente técnicos) ou, em todo caso, problemas que podem ser rastreados de volta às leis físicas e deterministas consistindo de perguntar cinco vezes 'Por Que', com o propósito de aprofundar-se cada vez mais na análise, até alcançar a causa originária do fenômeno e determinar as ações contramedidas para eliminá-las.

2.8. Kaizen

A palavra *Kaizen* vêm do japonês e significa Fazer Bem (*KA* = mudar; *ZEN* = bem). Pode ser definido como uma filosofia que está baseado no melhoramento contínuo no qual utiliza: eliminação de desperdícios com uso de soluções baratas, na qualidade sem gasto e com o mínimo de investimento. (BRIALES; FERRAZ, 2006).

Segundo, Maués et al. (2008) um aspecto importante a ser destacado é que o trabalho em grupo prevalece sobre o individual. As principais funções do Kaizen são: melhorar a capacidade individual, criar um ambiente proativo e melhorar a eficiência na área de trabalho.

Esse tipo de ferramenta ficou mundialmente conhecida pela sua aplicação no Sistema Toyota. Foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, melhorar a qualidade dos produtos e aumentar a produtividade. (BRIALES; FERRAZ, 2006).

2.9. Matriz QX

Pode ser definida como as condições nas quais as máquinas devem estar para que trabalhem melhor. Quatro pontos importantes podem ser destacados: relacionar os modos de defeito aos parâmetros da máquina; identificação da posição ideal para os Pontos Q (ponto que afeta a qualidade), e este método pode ser compreendido como o ponto que fica entre as ações de melhoramento e as atividades de manutenção preventiva.

Conforme Efeso (2016) é imprescindível que seja compreendido que esse método relaciona quatro variáveis: não-conformidades, valor das características do processo, componentes da máquina e valores de parâmetro da máquina, para que assim seja garantido nenhum modo de defeito.

Os Pontos Q são os parâmetros que são relacionados com as não-conformidades ou com as possíveis variabilidades que podem ser elevadas.

Neste tipo de sistema é sugerido que seja realizado em 4 passos: o primeiro consiste em identificar os defeitos/não-conformidades, o segundo consiste em identificar a relação entre os defeitos/não-conformidades e as fases do processo nos quais eles se encontram (nessa etapa é importante ter um amplo conhecimento do processo no qual se está analisando), o terceiro passo consiste em relacionar fases do processo e os componentes da máquina (no qual podem ser realizados ajustes caso necessário) e o quarto passo baseia-se em escrever os valores dos componentes da máquina ao invés de escrever parâmetros do processo, pois o controle das condições "zero não-conformidade" é mais garantido (EFESO, 2016).

3 METODOLOGIA

O que define a maior ou menor capacidade de estudar argumentos e fatos é a maneira como uma pesquisa é explanada (KAHLMAYER-MERTENS *et al.*, 2007). De acordo com Reis (2010), a forma do pesquisador obter repostas para os problemas propostos é realizar uma pesquisa de forma organizada.

No estudo de caso o pesquisador não controla variáveis e eventos ao seu redor, sendo assim uma pesquisa de investigação empírica (MARTINS, 2007). De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2012), o pesquisador realiza uma análise profunda em um único caso para alcançar uma maior compreensão sobre casos parecidos, sendo assim uma pesquisa descritiva.

Para Yin (2001), diversos métodos são utilizados no estudo de caso: artefatos físicos, observação dos participantes, entrevistas, registros em arquivos e documentações. Neste estudo foram utilizados dados coletados no local (registros em arquivos) e documentos administrativos (documentação).

Em um trabalho científico, é de grande relevância a utilização de documentos, tendo o intuito de possibilitar a comprovação concreta do que está sendo argumentado, agregando valor ao conteúdo abordado (YIN, 2001).

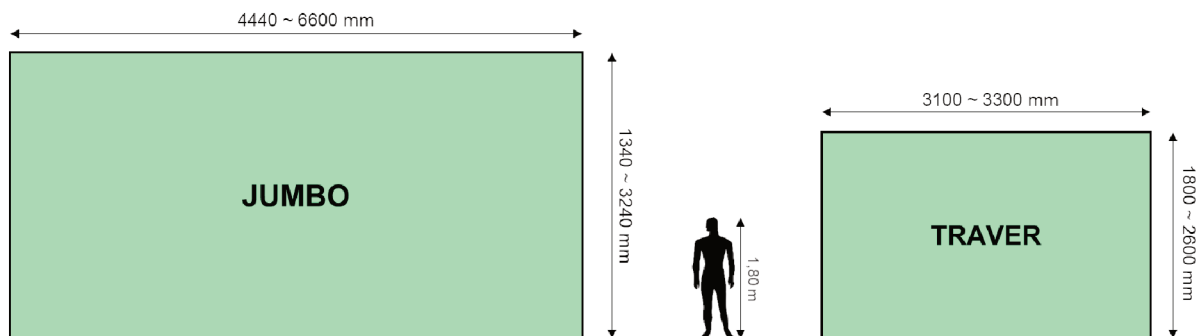
O objetivo deste trabalho é apresentar aspectos de pesquisa exploratória, buscando explorar características de um fenômeno determinado, para depois, proporcionar uma proposta de estudos mais incrementada.

4 ESTUDO DE CASO ÚNICO

4.1. Dimensões de Matéria Prima

Na empresa Alfa, são cortados a partir de uma continua chapa que vem direto do forno dois modelos de vidros, denominados Traver e Jumbo, conforme Figura 4. A área responsável por realizar este corte é conhecida como 'Corte Mecânico' (CM), que possui quatro saídas para que possam ser empilhados os vidros em cavaletes (2 saídas para Traver e 2 para Jumbo) de modo que sejam estocados no armazém, e uma saída que possui uma transferência direta para Linha de Recorte, podendo ser enviados os dois modelos de vidro.

Figura 4 - Dimensões Traver e Jumbo



Fonte: Elaborada pelo Autor.

4.2. A Linha de Recorte

A Linha de Recorte possui dois modos de trabalho, denominados 'Corte Online' e 'Corte Offline'. O Corte Online ganhou esse nome por realizar o recorte do vidro vindo direto do forno, ou seja, passa pelo Corte Mecânico e segue caminho direto para Linha de Recorte, sem passar pelo processo de armazenagem em cavaletes.

No Corte *Offline*, por sua vez, são utilizados vidros que já foram empilhados em cavaletes e armazenados para um uso posterior.

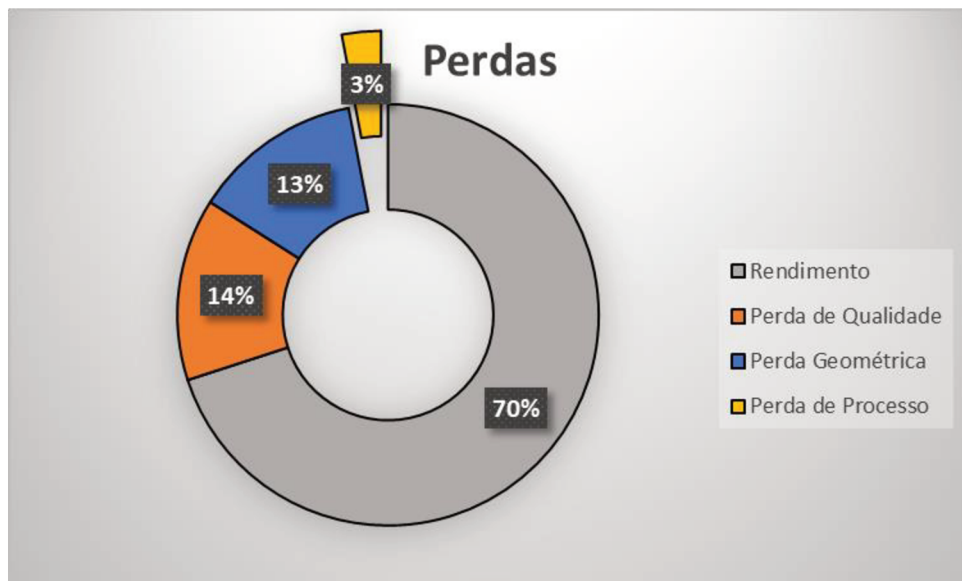
Apesar da Linha suportar tanto o vidro Traver quanto o Jumbo, aproximadamente 90% do tempo é recortado a categoria Jumbo, pois é utilizado o Traver apenas quando há a necessidade de recortar uma Ordem de Produção curtas e especial, tendo um rendimento menor na linha.

A Linha de Recorte é utilizada para recortar vidros em tamanhos de para-brisas, vidros laterais e traseiros (chamados de 'Vidro Primitivo') para o ramo automotivo. Seu tamanho varia de 865x1065 mm, sendo a menor dimensão recortada, até 2390x940 mm, como maior dimensão. As espessuras trabalhadas são 1,8 mm, 2,0mm, 2,5 mm, 3,0 mm e 4,0 mm. Na maioria do tempo são recortados vidros com espessura 2,0 mm (aproximadamente 75% do tempo) e 1,8 mm (aproximadamente 25% do tempo). As demais dimensões são utilizadas em casos especiais de pedido do cliente. A linha opera 24 horas por dia, sete dias na semana, tendo assim, três turnos trabalhados.

4.3. Tipos de Perdas

No processo de recorte do vidro são encontrados três tipos de perdas, sendo elas: Perda de Qualidade, Perda Geométrica e Perda de Processo. Possuem essa denominação pois são os momentos que há o descarte de vidro, conforme Figura 5.

Figura 5 - Perdas



Fonte: Elaborado pelo Autor.

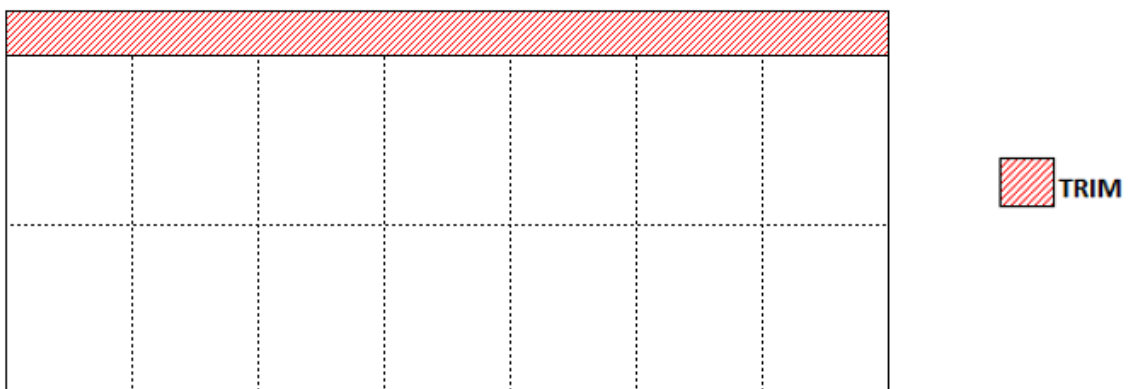
4.3.1. Perda de Qualidade

No momento que o vidro está sendo formado no forno, também são encontrados defeitos, como exemplo: bolha, inclusão, etc. Quando a Linha de Recorte (LR) está cortando no modo *Online*, após o vidro sair pelo Corte Mecânico já no tamanho ideal, o mesmo passa por um *scanner* que detecta os defeitos e os rastreiam até a linha de recorte, já sabendo os primitivos exatos que serão descartados após o recorte. No modo *Offline*, antes do vidro ser empilhado pelo Corte Mecânico, o mesmo passa pelo *scanner* para detectar os defeitos e em seguida é aplicada uma tinta branca para marcá-lo (denominado 'Defeito Marcado'), para que assim, quando o vidro for utilizado na linha de recorte, o *scanner* lá encontrado possa detectar a mancha branca como defeito e descartar o primitivo.

4.3.2. Perda Geométrica

Excesso da chapa de vidro que não é aproveitado quando são recortados os primitivos, denominado '*TRIM*', conforme Figura 6.

Figura 6 - Trim



Fonte: Elaborada pelo Autor.

4.3.3. Perda de Processo

São perdas de primitivos com defeitos gerados pelo processo de recorte, sendo eles: caco, escama, bico, serrilhado, etc.

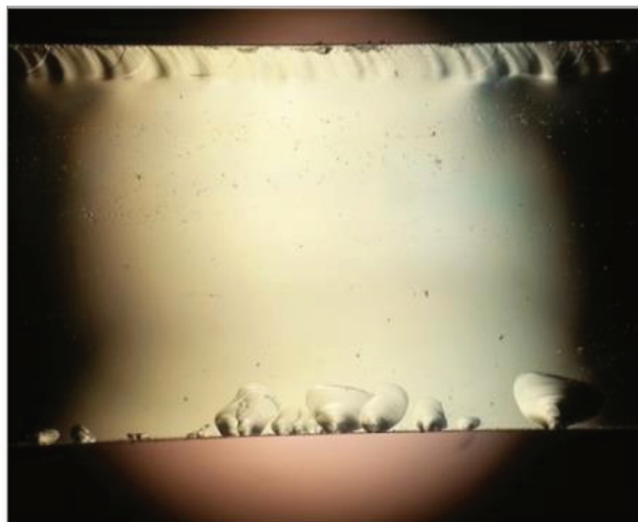
Nesse projeto irá ser priorizado a Perda de Processo, pois é o único tipo de perda que pode ser controlada e diminuída.

4.4. Tipos de Defeitos

O mercado cada vez mais competitivo e dinâmico remete a um comportamento mais exigente e comprometido com relação à qualidade de corte, bem como o crédito com clientes. Estes atributos combinam técnica e teoria com conhecimento prático, por este motivo é importante o alinhamento em relação à nomenclatura e identificação de defeitos.

Escamas: Ocorrem devido à pressão excessiva nos roletes e o corte passa a abrir prematuramente (pré-destaque). Com a vibração dos rolos transportadores, o impacto causa as escamas, ilustrado na Figura 7.

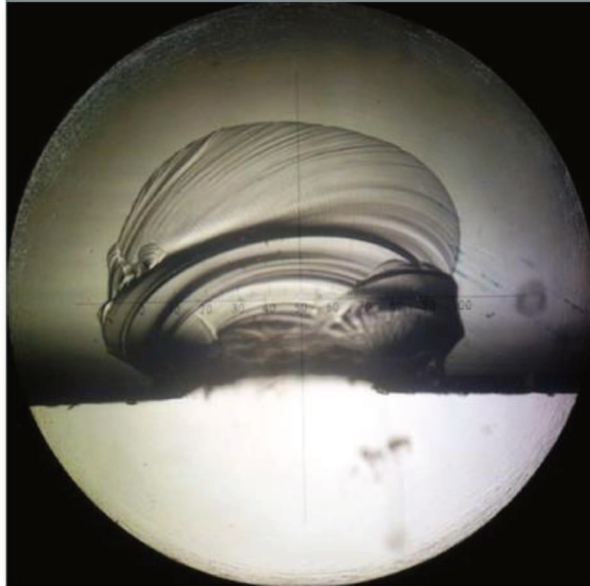
Figura 7 - Escamas no Bordo (Zoom 1.000x)



Fonte: Empresa Alfa (2017)

Escamas de Superfície Inferiores: Geralmente causado pelo mau posicionamento do rolo destacador, causando impacto indesejado na separação das chapas. Cilindro destacador com altura excessiva. Escama ilustrada na Figura 8.

Figura 8 - Escama de Superfície Inferior (Zoom 5.000x)



Fonte: Empresa Alfa (2017).

Escamas de Superfície Superiores: Causado devido à pressão excessiva nos cortadores, muito comum em vidro fino após a troca de rolete sem redução de pressão. Escama ilustrada na Figura 9.

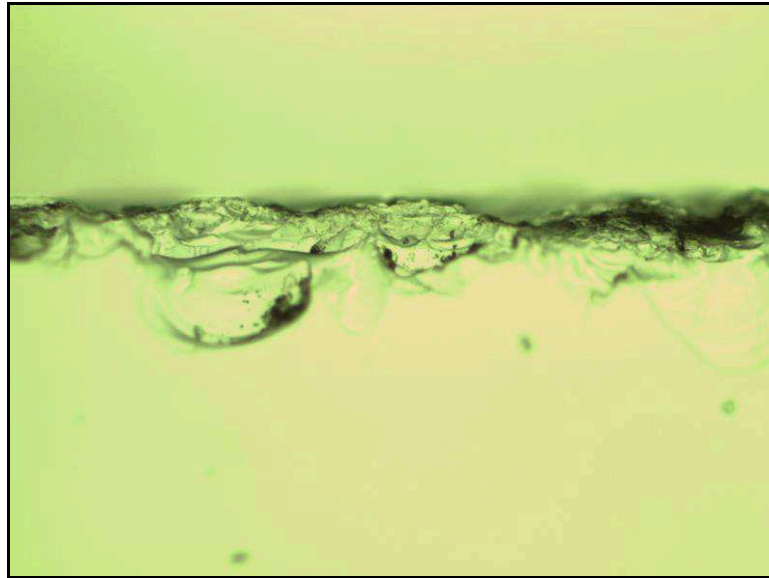
Figura 9 - Escama de Superfície Superior (Zoom 5.000x).



Fonte: Empresa Alfa (2017)

Serrilhado (Sempre Inferior): Ocorrem por problemas no corte e não geram 'caquinhos', ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Serrilhado no Bordo (Zoom 10.000x)



Fonte: Empresa Alfa (2017)

Marcas: Proveniente de rolinhos e correias transportadoras danificadas ou no final de sua vida útil, depositando resíduos na chapa de vidro.

Bicos: Originado da posição de destaque imprecisa ou variações na pressão de corte no momento que o vidro é riscado pela ferramenta de corte. Existem dois tipos de bicos: bico negativo e bico positivo, como mostrado abaixo.

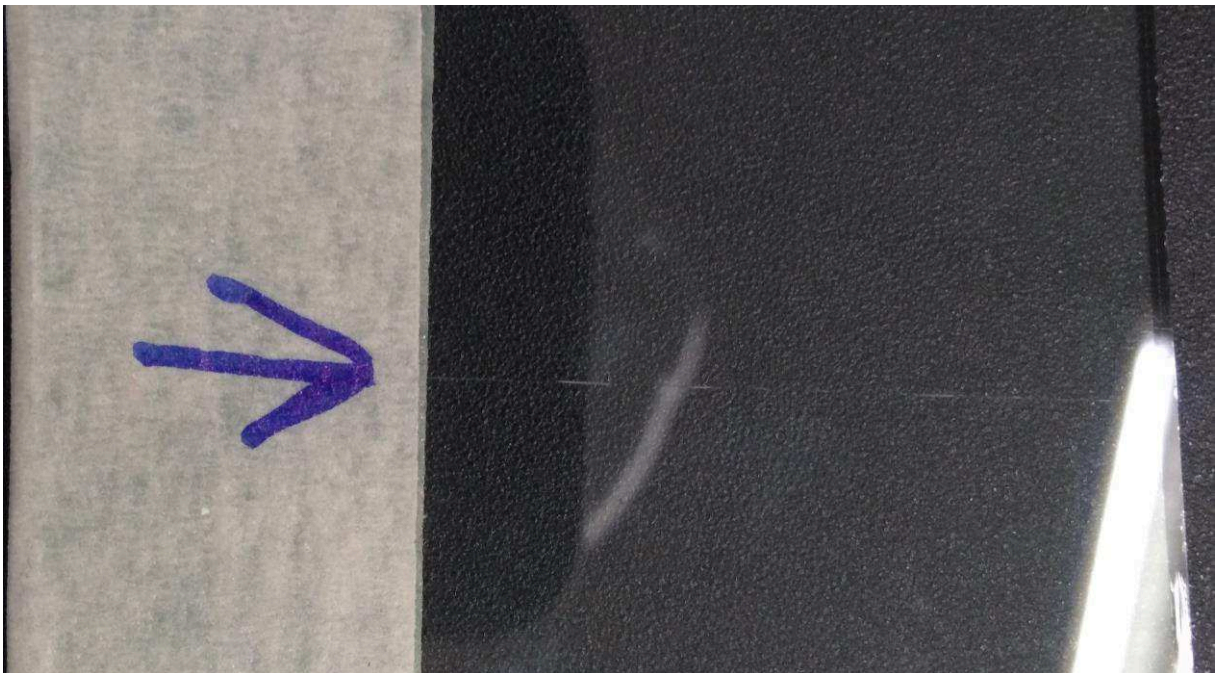
Figura 11 - Bico Positivo / Bico Negativo.



Fonte: Foto tirada pelo Autor.

Riscos: Provenientes de cacos de vidro que ficam presos na estrutura da linha. Cada chapa que passa pelo caco é marcada com um risco na face inferior, ilustrado pela Figura 12.

Figura 12 - Risco na Superfície do Vidro.



Fonte: Foto tirada pelo Autor.

Raspão de Empilhamento: Proveniente do ajuste incorreto do quadro de ventosas, causando marcas de raspão no vidro ao ser empilhado, sendo ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Marca de Raspão de Empilhamento.



Fonte: Foto tirada pelo Autor.

4.5. Teoria do Corte

No corte há duas questões distintas, mas que estão relacionadas:

- Realizar o corte com o rolete (riscar ou marcar o vidro);
- Destacar a chapa e remover os bordos.

Quando o rolete está passando pelo vidro, está realizando um “*score line*”, um risco ou uma marca, que posteriormente deverá ser facilmente e uniformemente destacado. Esta marca, chamada corte, deve ter uma profundidade entre 5% e 10% da espessura, preferencialmente a menor possível provendo um bom destaque.

4.5.1 Rolete de Corte

As características do rolete de corte têm influência direta na profundidade e qualidade de corte:

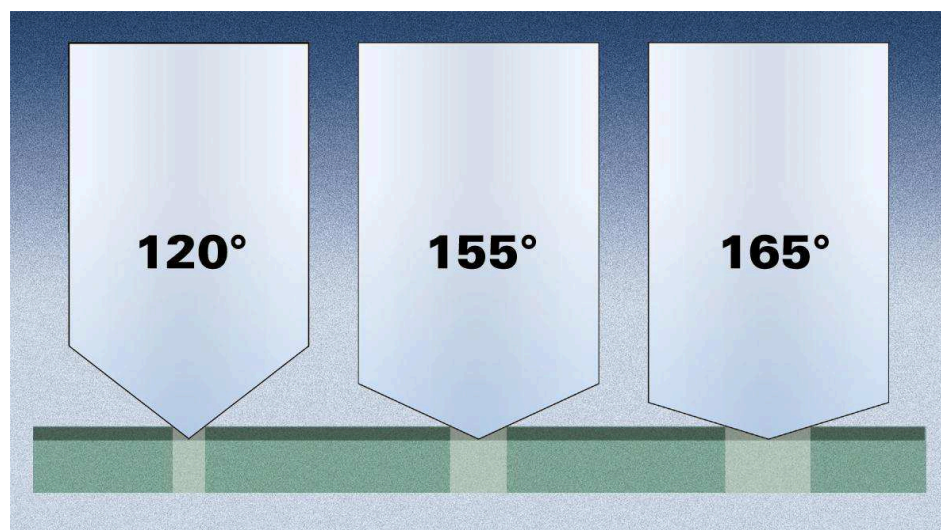
Ângulo do rolete tem uma participação efetiva nessas alterações, um ângulo de rolete mais agudo vai gerar problemas com o corte (escamas), por outro lado um ângulo muito aberto vai requerer uma pressão de corte muito maior, podendo ocasionar quebra ou destaque prematuro. O ideal é um ângulo de rolete que continue cortando com um bom desempenho em larga escala de produção.

Quadro 1 - Ângulo ideal para roletes de corte.

Ângulo	Dimensões	Espessuras utilizadas
134°	Ø = 5,50 mm - Esp.=1,40 mm	De 2,00 mm até 4,00 mm
145°	Ø = 5,50 mm - Esp.=1,40 mm	De 5,00 mm até 6,00 mm
150°	Ø = 5,50 mm - Esp.=1,40 mm	De 6,00 mm até 12,00 mm (de 8 a 12mm somente no Corte Transversal)
155°	Ø = 5,60 mm - Esp.=1,42 mm	De 8,00 mm até 12,00 mm

Fonte: Bohle AG (2015).

Figura 14 - Exemplo de ângulos de roletes.



Fonte: Bohle AG (2015).

Diâmetro do rolete: afeta a profundidade do corte, assim, quanto maior o diâmetro maior a pressão de corte necessária, exemplificado na Figura 14 e Quadro 1.

Velocidade de corte: influência da seguinte maneira, haverá uma profundidade menor de corte com velocidades menores, e uma profundidade maior em velocidades maiores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

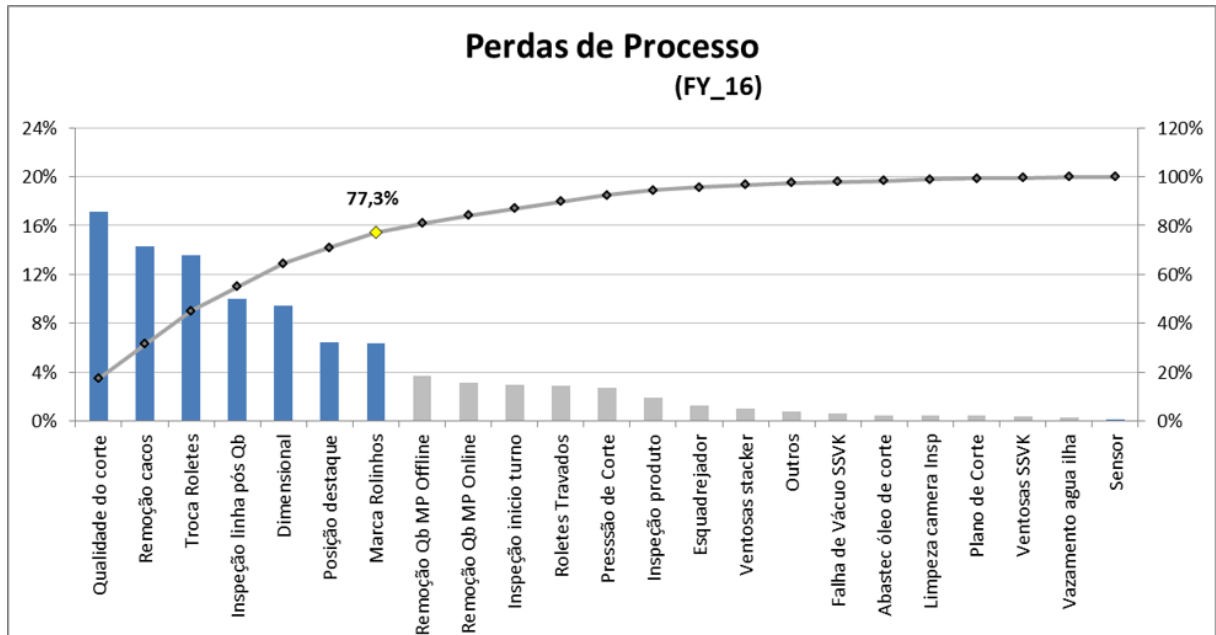
A implementação da filosofia *Lean Manufacturing* na LR tem como objetivo reduzir as Perdas de Processo (PP), que em resumo significa descartar vidro bom, deixando-o inutilizável por alguma avaria decorrente no processo de recorte, destaque ou empilhamento da chapa. Formou-se uma equipe para tratar dos assuntos de PP, sendo eles: Engenheiro de Processo, Supervisor da Linha de Recorte, um representante do Controle de Qualidade, um funcionário da Manutenção, o estagiário em Engenharia de Processos e dois Operados Especializados da LR. Realizou-se treinamento em *LM* e reuniões semanais com todo o grupo, com fins de discutir ações implementadas e melhorias futuras.

O objetivo inicial do grupo era de reduzir a PP mensal de 2,7% (32.117 m²/mês) para 1,6% (19.270 m²/mês) em um período de 7 meses (entre setembro de 2016 a março de 2017). Essa é uma redução de 40% no índice de defeitos gerados no processo da LR.

5.1. Debate

A primeira etapa seguida pelo grupo foi a montagem de um gráfico de Pareto, ilustrado pela Figura 15, para ordenar os tipos e frequência que ocorrem as PPs, da maior para menor, permitindo assim, a priorização do problema. Tendo o ano de 2016 como base de dados, utilizou-se os *Down Times* (Paradas – DT) por Perda de Processo retirados da Planilha de Produção, a qual os operadores lançam dados de produção, DTs e comentários.

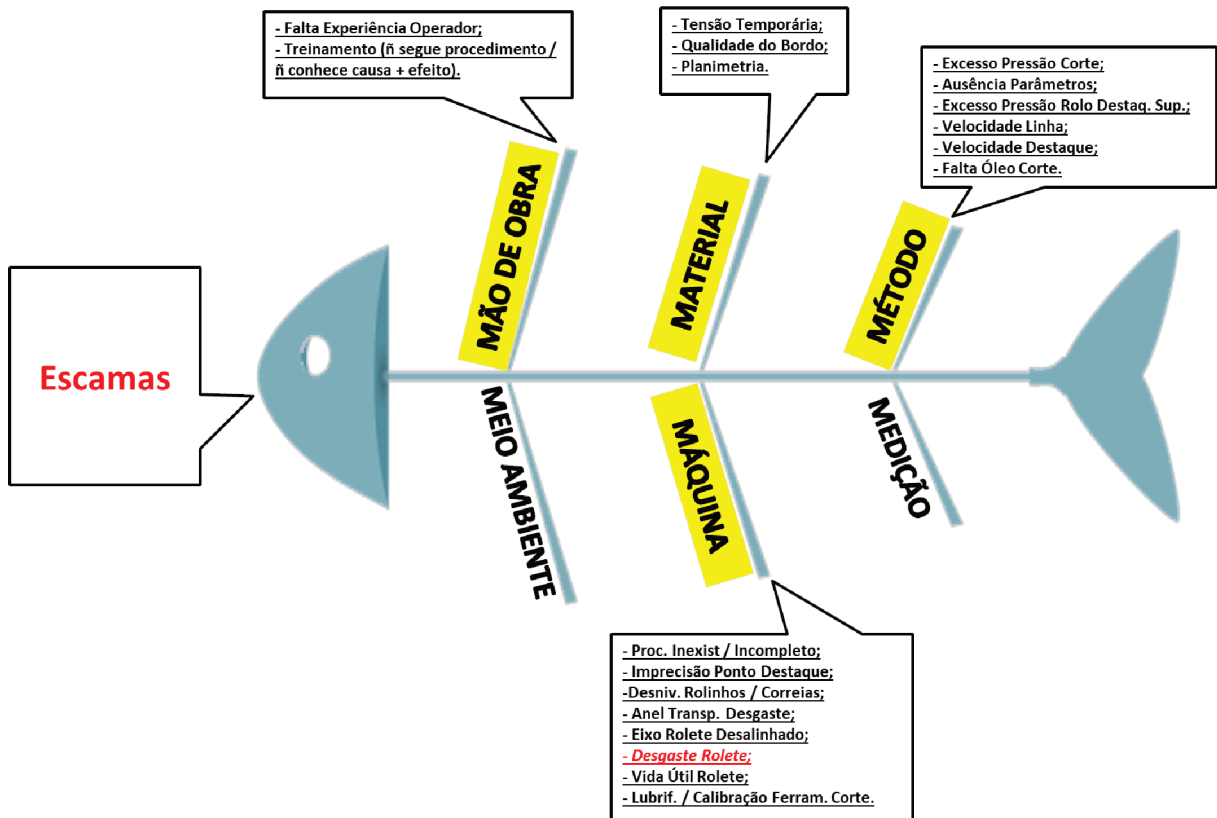
Figura 15 - Gráfico de Pareto.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A escolha do grupo foi focar em diminuir as PPs tendo como base os DTs por 'Qualidade do Corte', que engloba escamas, serrilhados, cacos, fiapos, entre outros. O próximo passo é o diagrama de causa-efeito, mais conhecido com 'Ishikawa' ou 'Espinha de Peixe', ilustrado na Figura 16, que tem função de evidenciar, classificar e correlacionar as possíveis causas de um problema, além de orientar e focalizar a discussão sobre o problema em questão. Como é necessário escolher um segmento de defeito, escama foi priorizado. Apesar da análise ser feita apenas na escama, os outros defeitos relacionados a qualidade do corte também serão afetados.

Figura 16 - Análise de Causa (*Ishikawa*).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Realizado com todo o grupo um *Brainstorm* (Chuva de Ideias), que consiste em todos integrantes presentes apresentarem suas opiniões para construção da análise em questão. Feito isso, a ação seguinte é alocar todas possíveis causas em suas respectivas categorias, conhecidas como 4M's (Máquina, Mão-de-obra, Método e Material).

O Próximo passo foi analisar a causa mais provável de gerar escamas na 'Análise de visão Geral', mais conhecida como '5 Por Quês', conforme ilustrado na Figura 17. Uma técnica para resolver problemas que podem ser rastreados, consistindo de perguntar 5 vezes "Por Que", indo cada vez mais profundo na análise até a causa que origina o fenômeno e determinando as ações para eliminar as próprias causas.

Figura 17 - Análise 5 Por Quês.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na análise realizada não foi necessária a utilização dos 5 Por Quês totais, pois apenas 2 Por Quês foram suficientes para alcançar a origem do fenômeno.

5.2. Ações

Nas reuniões realizadas surgiram melhorias a serem implementadas, afim de melhorar o processo e deixa-lo mais enxuto.

Tipologia dos Defeitos: Realizado um estudo aprofundado na tipologia de defeitos, com intuito de entender como ocorre cada avaria e saber diferenciar cada uma delas.

Planilha de Produção: Modificou-se a planilha com o objetivo de melhorar a qualidade do apontamento dos operadores em relação as Perdas de Processos, conforme Figura 18. Adicionado campo de comentários e tipos de defeitos encontrados na ordem de produção.

Figura 18 - Modificação na Planilha de Produção.

			RETRABALHO							PROCESSO						SIST. INSP									
PB (m2)	PP (m2)	PP (Chapas)	Escama	Bico	Quebra	Caco	Marca Rolinho	Marca Correia	Marca Óleo	Risco	Raspão	Serrilhado	Escama	Bico	Quebra	Ar. Dimensional	Sobra MP	Caco	Serrilhado	Bico	Ar. Dimensional	Quebra	Sujeira	Diferença ↕	
1989	6	6																						6	
2953	42	43																							43
3714	109	65																							65
4925	396	196																							196
5433	75	37																							37
7659	133	120																							120
3384	22	20																							20

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Controle de Parâmetros: Carta de controle para anotação dos parâmetros ajustáveis da LR, sendo eles: Velocidade da linha, velocidade, posição e ângulo de destaque, pressão no rolo de destaque, posição das ventosas, entre outros. A carta de controle, ilustrado na Figura 19, deve ser preenchida a cada troca de ordem, com fins de padronizar os parâmetros a modo que não sejam alterados. No *Setup* são anotadas as quantidades de metros lineares que cada ferramenta de corte percorreu até o momento, e quando apresentar defeitos no corte deverá ser anotado sua metragem final no campo de comentários. Essa atividade tem o objetivo de estabelecer um padrão na troca dos roletes de corte, com uma margem de segurança garantindo que nenhum defeito será gerado.

Figura 19 - Ficha de Controle de Parâmetros.

EQUIPE <input style="width: 80%;" type="text"/> ORDEM DE PRODUÇÃO <input style="width: 80%;" type="text"/> INICIO <input style="width: 80%;" type="text"/>	DATA <input style="width: 80%;" type="text"/> FIM <input style="width: 80%;" type="text"/>	CÓD MATERIAL <input style="width: 80%;" type="text"/> PERDA DE PROC. <input style="width: 80%;" type="text"/> % ONLINE / OFFLINE <input style="width: 80%;" type="text"/>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; font-weight: bold;">QUADRO DE VENTOSAS DO STACKER</div> <table border="1" style="width: 100%; height: 150px; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">OBSERVAÇÕES DE QUALIDADE:</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	10	9	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	6	5	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	2	1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																																																																																																																																														
11	10	9		8																																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																																																																																																																																														
7	6	5	4																																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																															
3	2	1	0																																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																															
PLANO DE CORTE <table style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <td style="width: 25%;"> QV: <input type="text"/> COR: <input type="text"/> ALT: <input type="text"/> LARG: <input type="text"/> ESP: <input type="text"/> </td> <td style="width: 25%;"> BB: <input type="text"/> ALT: <input type="text"/> LARG: <input type="text"/> QTD 1: <input type="text"/> QTD 2: <input type="text"/> </td> <td style="width: 25%;"> TRIM "X": <input type="text"/> FRONTAL: <input type="text"/> TRASEIRO: <input type="text"/> </td> <td style="width: 25%;"> TRIM "Y": <input type="text"/> FRONTAL: <input type="text"/> TRASEIRO: <input type="text"/> </td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small; text-align: center;">VELOC. DA LINHA: <input type="text"/> VELOC. DEST.: <input type="text"/></p>			QV: <input type="text"/> COR: <input type="text"/> ALT: <input type="text"/> LARG: <input type="text"/> ESP: <input type="text"/>	BB: <input type="text"/> ALT: <input type="text"/> LARG: <input type="text"/> QTD 1: <input type="text"/> QTD 2: <input type="text"/>	TRIM "X": <input type="text"/> FRONTAL: <input type="text"/> TRASEIRO: <input type="text"/>	TRIM "Y": <input type="text"/> FRONTAL: <input type="text"/> TRASEIRO: <input type="text"/>																																																																																																																																												
QV: <input type="text"/> COR: <input type="text"/> ALT: <input type="text"/> LARG: <input type="text"/> ESP: <input type="text"/>	BB: <input type="text"/> ALT: <input type="text"/> LARG: <input type="text"/> QTD 1: <input type="text"/> QTD 2: <input type="text"/>	TRIM "X": <input type="text"/> FRONTAL: <input type="text"/> TRASEIRO: <input type="text"/>	TRIM "Y": <input type="text"/> FRONTAL: <input type="text"/> TRASEIRO: <input type="text"/>																																																																																																																																															
MESA DE CORTE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">CORTE TRANSVERSAL</th> <th style="width: 10%;">A1 (LATA/ANBISA)</th> <th style="width: 10%;">F/B (FLUT/CHOR/ROULE)</th> <th style="width: 10%;">OFFSET (mm)</th> <th style="width: 10%;">PRESSÃO (N)</th> <th style="width: 10%;">TEMPO DE USO (mm)</th> <th style="width: 10%;">MOTIVO/TROCA</th> <th style="width: 10%;">DEFEITO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">CORTE LONGITUDINAL</th> <th style="width: 10%;">A1 (LATA/ANBISA)</th> <th style="width: 10%;">F/B (FLUT/CHOR/ROULE)</th> <th style="width: 10%;">OFFSET (mm)</th> <th style="width: 10%;">PRESSÃO (N)</th> <th style="width: 10%;">TEMPO DE USO (mm)</th> <th style="width: 10%;">MOTIVO/TROCA</th> <th style="width: 10%;">DEFEITO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>T1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			CORTE TRANSVERSAL	A1 (LATA/ANBISA)	F/B (FLUT/CHOR/ROULE)	OFFSET (mm)	PRESSÃO (N)	TEMPO DE USO (mm)	MOTIVO/TROCA	DEFEITO	T1								T2								T3								T4								T5								T6								T7								T8								T9								CORTE LONGITUDINAL	A1 (LATA/ANBISA)	F/B (FLUT/CHOR/ROULE)	OFFSET (mm)	PRESSÃO (N)	TEMPO DE USO (mm)	MOTIVO/TROCA	DEFEITO	T1								T2								T3								T4								T5								T6								T7							
CORTE TRANSVERSAL	A1 (LATA/ANBISA)	F/B (FLUT/CHOR/ROULE)	OFFSET (mm)	PRESSÃO (N)	TEMPO DE USO (mm)	MOTIVO/TROCA	DEFEITO																																																																																																																																											
T1																																																																																																																																																		
T2																																																																																																																																																		
T3																																																																																																																																																		
T4																																																																																																																																																		
T5																																																																																																																																																		
T6																																																																																																																																																		
T7																																																																																																																																																		
T8																																																																																																																																																		
T9																																																																																																																																																		
CORTE LONGITUDINAL	A1 (LATA/ANBISA)	F/B (FLUT/CHOR/ROULE)	OFFSET (mm)	PRESSÃO (N)	TEMPO DE USO (mm)	MOTIVO/TROCA	DEFEITO																																																																																																																																											
T1																																																																																																																																																		
T2																																																																																																																																																		
T3																																																																																																																																																		
T4																																																																																																																																																		
T5																																																																																																																																																		
T6																																																																																																																																																		
T7																																																																																																																																																		
<table style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <th style="width: 33%;">PONTO 01</th> <th style="width: 33%;">PONTO 02 (DESTACADOR 01)</th> <th style="width: 33%;">PONTO 03 (DESTACADOR 02)</th> </tr> <tr> <td> POSICIONAMENTO NO TRANSF <input type="text"/> MM MOV. BARRA ALINHAM. 01 <input type="text"/> MM POS. REFERÊNCIA <input type="text"/> MM POS. MESA DE CORTE <input type="text"/> MM POS. MAQ. DE DESTAQUE <input type="text"/> MM POS. GIRO 01 <input type="text"/> MM POS. GIRO 02 <input type="text"/> MM MOV. BARRA ALINHAM. 02 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 01 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 02 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 03 <input type="text"/> MM </td> <td> POS TRIM FRONTAL <input type="text"/> MM POS TRIM TRASEIRO <input type="text"/> MM DISTÂNCIA BARRA X ROLO <input type="text"/> MM ABRIR ARMADILHA 1 <input type="text"/> MM TEMPO BARRA DESTAQUE <input type="text"/> S POS. ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM TEMP INICIO ACELERAÇÃO <input type="text"/> S ALTURA ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> MM ALTURA ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM PRESSÃO ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> BAR PRESSÃO ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> BAR ÂNGULO MESA BASC. ENTR. <input type="text"/> ° ÂNGULO MESA BASC. SAIDA <input type="text"/> ° ALTURA DA RÉGUA <input type="text"/> MM </td> <td> POS TRIM FRONTAL <input type="text"/> MM POS TRIM TRASEIRO <input type="text"/> MM DISTÂNCIA BARRA X ROLO <input type="text"/> MM ABRIR ARMADILHA 1 <input type="text"/> MM TEMPO BARRA DESTAQUE <input type="text"/> S POS. ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM TEMP INICIO ACELERAÇÃO <input type="text"/> S ALTURA ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> MM ALTURA ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM PRESSÃO ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> BAR PRESSÃO ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> BAR ÂNGULO MESA BASC. ENTR. <input type="text"/> ° ÂNGULO MESA BASC. SAIDA <input type="text"/> ° ALTURA DA RÉGUA <input type="text"/> MM </td> </tr> </table>			PONTO 01	PONTO 02 (DESTACADOR 01)	PONTO 03 (DESTACADOR 02)	POSICIONAMENTO NO TRANSF <input type="text"/> MM MOV. BARRA ALINHAM. 01 <input type="text"/> MM POS. REFERÊNCIA <input type="text"/> MM POS. MESA DE CORTE <input type="text"/> MM POS. MAQ. DE DESTAQUE <input type="text"/> MM POS. GIRO 01 <input type="text"/> MM POS. GIRO 02 <input type="text"/> MM MOV. BARRA ALINHAM. 02 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 01 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 02 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 03 <input type="text"/> MM	POS TRIM FRONTAL <input type="text"/> MM POS TRIM TRASEIRO <input type="text"/> MM DISTÂNCIA BARRA X ROLO <input type="text"/> MM ABRIR ARMADILHA 1 <input type="text"/> MM TEMPO BARRA DESTAQUE <input type="text"/> S POS. ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM TEMP INICIO ACELERAÇÃO <input type="text"/> S ALTURA ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> MM ALTURA ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM PRESSÃO ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> BAR PRESSÃO ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> BAR ÂNGULO MESA BASC. ENTR. <input type="text"/> ° ÂNGULO MESA BASC. SAIDA <input type="text"/> ° ALTURA DA RÉGUA <input type="text"/> MM	POS TRIM FRONTAL <input type="text"/> MM POS TRIM TRASEIRO <input type="text"/> MM DISTÂNCIA BARRA X ROLO <input type="text"/> MM ABRIR ARMADILHA 1 <input type="text"/> MM TEMPO BARRA DESTAQUE <input type="text"/> S POS. ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM TEMP INICIO ACELERAÇÃO <input type="text"/> S ALTURA ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> MM ALTURA ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM PRESSÃO ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> BAR PRESSÃO ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> BAR ÂNGULO MESA BASC. ENTR. <input type="text"/> ° ÂNGULO MESA BASC. SAIDA <input type="text"/> ° ALTURA DA RÉGUA <input type="text"/> MM																																																																																																																																										
PONTO 01	PONTO 02 (DESTACADOR 01)	PONTO 03 (DESTACADOR 02)																																																																																																																																																
POSICIONAMENTO NO TRANSF <input type="text"/> MM MOV. BARRA ALINHAM. 01 <input type="text"/> MM POS. REFERÊNCIA <input type="text"/> MM POS. MESA DE CORTE <input type="text"/> MM POS. MAQ. DE DESTAQUE <input type="text"/> MM POS. GIRO 01 <input type="text"/> MM POS. GIRO 02 <input type="text"/> MM MOV. BARRA ALINHAM. 02 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 01 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 02 <input type="text"/> MM POS. PARADA TRANSFER 03 <input type="text"/> MM	POS TRIM FRONTAL <input type="text"/> MM POS TRIM TRASEIRO <input type="text"/> MM DISTÂNCIA BARRA X ROLO <input type="text"/> MM ABRIR ARMADILHA 1 <input type="text"/> MM TEMPO BARRA DESTAQUE <input type="text"/> S POS. ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM TEMP INICIO ACELERAÇÃO <input type="text"/> S ALTURA ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> MM ALTURA ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM PRESSÃO ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> BAR PRESSÃO ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> BAR ÂNGULO MESA BASC. ENTR. <input type="text"/> ° ÂNGULO MESA BASC. SAIDA <input type="text"/> ° ALTURA DA RÉGUA <input type="text"/> MM	POS TRIM FRONTAL <input type="text"/> MM POS TRIM TRASEIRO <input type="text"/> MM DISTÂNCIA BARRA X ROLO <input type="text"/> MM ABRIR ARMADILHA 1 <input type="text"/> MM TEMPO BARRA DESTAQUE <input type="text"/> S POS. ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM TEMP INICIO ACELERAÇÃO <input type="text"/> S ALTURA ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> MM ALTURA ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> MM PRESSÃO ROLO DE PRESS.1 <input type="text"/> BAR PRESSÃO ROLO DE PRESS.2 <input type="text"/> BAR ÂNGULO MESA BASC. ENTR. <input type="text"/> ° ÂNGULO MESA BASC. SAIDA <input type="text"/> ° ALTURA DA RÉGUA <input type="text"/> MM																																																																																																																																																
<table style="width: 100%; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:</th> <th style="width: 33%;">ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:</th> <th style="width: 33%;">ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/> </td> <td> PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/> </td> <td> PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/> </td> </tr> </tbody> </table>			ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:	ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:	ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:	PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/>	PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/>	PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/>																																																																																																																																										
ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:	ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:	ALTERAÇÃO DE PARÂMETROS:																																																																																																																																																
PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/>	PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/>	PARÂMETRO: <input type="text"/> MOTIVO: <input type="text"/> DE: <input type="text"/> PARA: <input type="text"/> TEMPO DE APLICAÇÃO: <input type="text"/> RESULTADO: <input type="text"/>																																																																																																																																																

SUPERVISOR RESPONSÁVEL _____

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Planos de Manutenção: Em conjunto com o departamento de manutenção, foram revisados os planos de manutenção da LR, priorizando os módulos críticos, onde havia maior presença de criação de defeitos. Aumentando a disponibilidade de equipamento e melhorando a precisão do processo.

Correias Transportadoras: Realizada substituição sistemática das correias transportadoras desgastadas por correias novas. Feito levantamento de todas as correias da linha, tendo seu estado de conservação classificado em ‘Bom, Médio e Ruim’, onde as correias em pior estado foram trocadas. Exemplo de correias transportadoras ilustrado na Figura 20.

Figura 20 - Correias Transportadoras.



Fonte: Foto tirada pelo Autor.

Rolinhos Transportadores: Substituição total dos rolinhos transportadores presentes na linha. Os rolinhos de PU (Poliuretano) foram trocados por rolinhos de borracha nitrílica, conforme Figura 21, pois os antigos deixavam marcas nas chapas de vidros e, por estarem desgastados, ocorria pré-destaque das chapas, podendo causar quebras, cacos, escamas ou bicos.

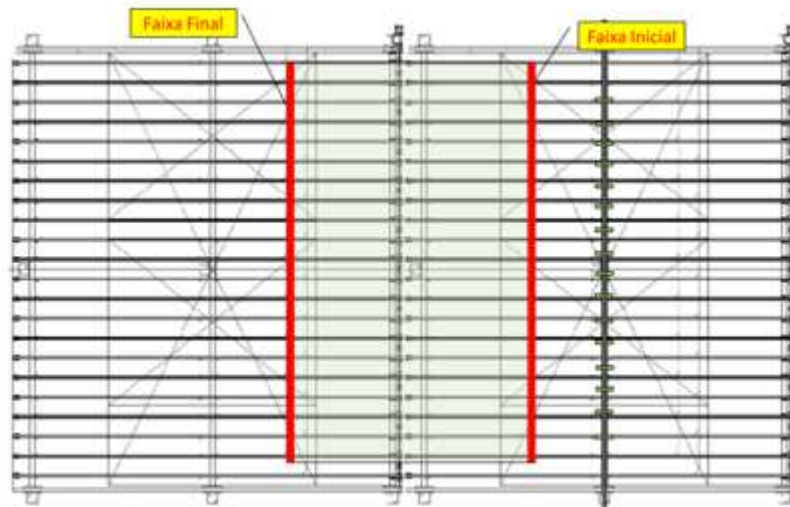
Figura 21 - Rolinhos Antigos (Laranja PU)/Rolinhos Novos (Preto Borracha Nitrílica).



Fonte: Foto tirada pelo Autor.

Barreira anti-quebras: Melhoria implementada no módulo de transferência do CM para LR. Neste trecho podem haver quebras na chapa de GV, que, se prosseguir caminho até a mesa de corte, irá danificar todas as ferramentas de corte que irão traçar seu caminho sobre os cacos. Caso as ferramentas sejam danificadas, irão gerar irregularidades na marcação (risco) das chapas que virão em seguida. Para evitar imprevistos, foi construída uma barreira composta de 16 sensores, ilustrada na Figura 22, a qual, ao detectarr o vidro com quebra irá acionar um alarme avisando o operador, e irá automaticamente ser descartada no módulo quebrador (antes de entrar na Linha de Recorte). A linha ficará parada para que o funcionário possa verificar se ficou algum caco preso pelo caminho, e logo após a vistoria, a linha será liberada.

Figura 22 - Barreira de Sensores.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Gráficos de Acompanhamento: Foram feitos dois modelos de gráficos para acompanhamento da evolução da PP:

Acompanhamento Diário: Gráfico atualizado diariamente utilizando dados apontados na Planilha de Produção, onde há o histórico de PP dos meses anteriores, PP diário e acumulada. Nesse acompanhamento consta a PP por turno (4 no total) e o geral. São adicionados comentários das perdas quando atualizado.

Carta CEP (Controle Estatístico do Processo): Gráfico atualizado diariamente pelos supervisores, apenas com a PP diária. Utilizado para entender se o processo está sob controle estatístico ou não a partir do comportamento de uma variável (PP). A cada mês são admitidos os LSC (Limite Superior de Controle) e LIC (Limite Inferior de Controle), tendo base os dados do mês passado. Cada supervisor preenche a carta CEP referente ao seu turno e o estagiário preenche a carta CEP geral. A Figura 23 a seguir, ilustra um exemplo de Carta CEP e Acompanhamento Diário disponibilizados na área.

Figura 23 - Gráfico de Acompanhamento Diário/Cartas CEP disponibilizados na área.



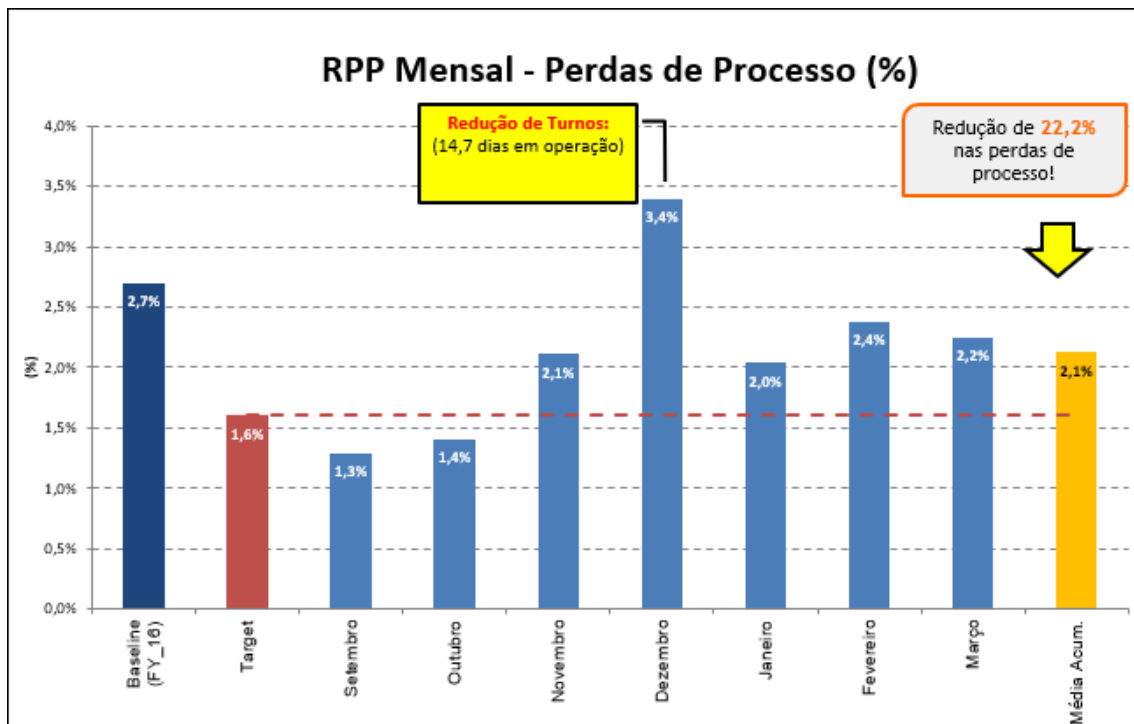
Fonte: Foto tirada pelo Autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todas as ações terem sido aplicadas, não foi possível atingir a meta de redução de Perdas de Processo em 1,6%, apresentada na Figura 24. O resultado final atingido foi uma média acumulada de 2,1% (redução de 7.136 m²/mês), obtendo-se 22% de redução.

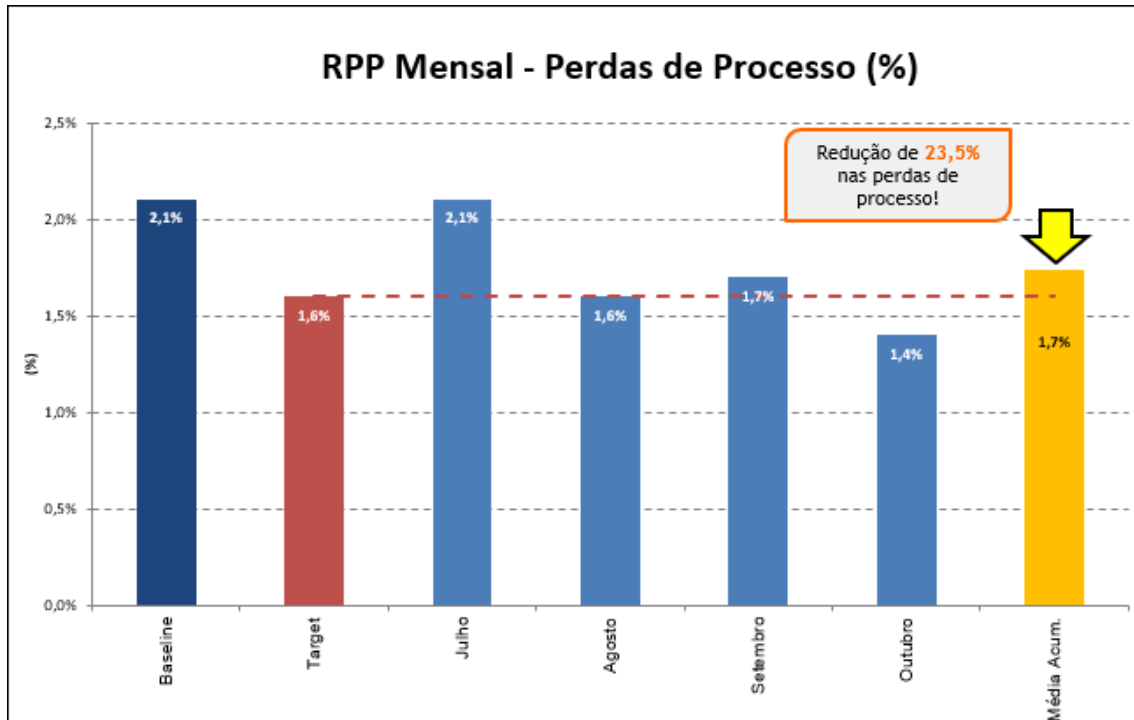
Com isso, deu-se início à uma segunda fase do projeto, mantendo-se o mesmo objetivo e meta, porém, com novas ações e atividades a serem impostas. Iniciando-se em julho de 2017 e com término previsto para janeiro de 2018, a fase 2 do projeto está tendo resultados satisfatórios, utilizando como base a média acumulada do projeto anterior (2,1%), ilustrada na Figura 25.

Figura 24 - Gráfico Set/16 a Mar/17 (Fase 1).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 25 - Gráfico Jul/17 a Out/17 (Fase 2).

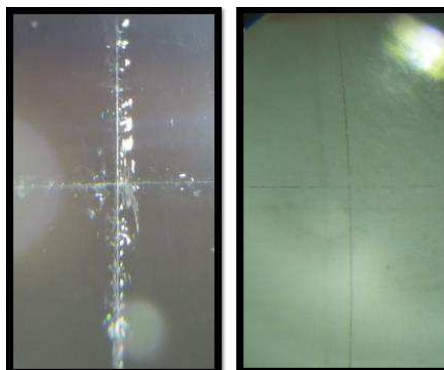


Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.1. Ações Futuras

- Implantação de Manutenção Autônoma (realizada pelos operadores);
- Utilização de Matriz QX para melhor precisão em levantamento de dados;
- Apoio técnico especializado em ferramentas de corte;
- Utilização do rolete de corte Cutmaster Platinum para melhorar qualidade de corte e reduzir a criação de escamas (Figura 26).

Figura 26 - Rolete Padrão/Roquete Cutmaster Platinum



Fonte: Foto tirada pelo Autor.

6.2. Dificuldades

As seguintes dificuldades foram encontradas durante a implantação:

- Reunir semanalmente todos os membros do grupo de diferentes áreas;
- Ausência das áreas de apoio em algumas reuniões;
- Quebra de Paradigmas (resistência a “mudanças”);
- Ausência de Dados / Apontamentos imprecisos;
- Mudança de Turnos e Reorganização das Equipes;
- Falta de Conhecimento Técnico sobre os Defeitos.

6.3. Aprendizados

Os seguintes aprendizados podem ser creditados à implantação:

- Definição de “novos” critérios para apontamento dos ajustes de qualidade;
- Maior Domínio da Tipologia dos defeitos;
- Aplicação de metodologia científica para análise dos problemas;
- Necessidade de comunicação adequada entre áreas;
- Decisões com base em fatos e dados.

REFERÊNCIAS

BRIALES, Julio Aragon; FERRAZ, Fernando Toledo. **Melhoria contínua através do Kaizen.** 2006. Disponível em: <http://intranet.viannajr.edu.br/revista/eco/doc/artigo_70002.pdf>. Acesso em: 22 out. 2017.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: padronização de empresas.** Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

CARVALHO, Monise. **AllAboutThat Glass.** Disponível em: <<https://allaboutthatglass.wordpress.com>> Acesso em: 15 mai. 2017.

CASTRO, A. Gomes de. **Embalagens para a indústria alimentar.** 3. ed. Lisboa: Ciência e Técnica, 2003. 24 v.

CEBRACE. **A história do vidro.** 2015. Disponível em: <<http://www.cebrace.com.br/#!/enciclopedia/interna/a-historia-do-vidro>> Acesso em: 14 mai. 2017.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico.** São Paulo, Atlas, 1993.

EFESO. **Roteiros para redução de defeitos e ferramentas da qualidade.** São Paulo, 2016.

HALL, Robert W. **Excelência na Manufatura.** 3. ed. São Paulo, IMAM, 1988.

Imagem **PCDA.** Disponível em <http://ajustarofoco.blogspot.com.br/2014/03/o-que-e-pdca.html>. Acesso em Julho de 2017.

KAHLMAYER-MERTENS et al. **Como elaborar projetos de pesquisa: linguagem e método.** Rio de Janeiro: FGV, 2007.

KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2009.

MARTINS, Jorge Santos. **Projetos de pesquisa, ensino e aprendizagem em sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 2007.

MAUÉS, Luiz Maurício F. et al. **Nível de utilização das ferramentas da filosofia Lean construction em empresas construtoras**. 2008. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1488.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2017.

PILKINGTON. **Revolução do Float**. 2017. Disponível em: <<https://www.pilkington.com/pt-br/br/about-us/historia/revolucao-do-float>> Acesso em: 14 mai. 2017.

REIS, Linda G. **Produção de monografia: da teoria à prática**. Brasília: SENAC, 2010.

THOMAS, Jerry R; NELSON, Jack K; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. São Paulo: Artmed, 2012.

USP. **A indústria e a produção do vidro**. 2017. Disponível em: <<http://www.fau.usp.br/deptecnologia/docs/bancovidros/histvidro.htm>> Acesso em: 41 mai. 2017.

VALEO SISTEMAS LIMPADORES VWS. 40p. **Sistema de Produção Valeo SPV**. Campinas, 2002.

WOMACK, J P; JONES, D. T., **A máquina que mudou o mundo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J P; JONES, D. T., **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: 3. ed. Rio de Janeiro, Campus, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.