

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO

FELIPE JOÃO LANZARIN

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE  
UMA INDÚSTRIA DE BORRACHAS

PORTO ALEGRE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO

FELIPE JOÃO LANZARIN

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE  
UMA INDÚSTRIA DE BORRACHAS

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do grau de Bacharel em Administração, sob orientação da Prof. Dra. Denise Lindstrom Bandeira.

PORTO ALEGRE

2015

FELIPE JOÃO LANZARIN

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE  
UMA INDÚSTRIA DE BORRACHAS

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do grau de Bacharel em Administração, sob orientação da Prof. Dra. Denise Lindstrom Bandeira.

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Me. Everton da Silveira Faria

---

Orientadora Prof. Dra. Denise Lindstrom Bandeira

PORTO ALEGRE

2015

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço, principalmente, aos meus pais pelo apoio dado ao longo da graduação.

Aos Professores envolvidos em toda esta trajetória, pelo tempo dedicado para minha educação.

À Prof. Dr. Denise Lindstrom Bandeira por sua orientação ao longo da construção deste trabalho.

Aos colegas da Escola de Administração, pela amizade e troca de experiências e contatos.

A todas as pessoas que estiveram comigo ao longo desta caminhada.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a elaboração de propostas de melhoria em um processo produtivo de uma indústria de artefatos de borrachas. A organização estudada tem montadoras de ônibus como principal segmento de clientela. Para o atingimento dos objetivos específicos foram realizados o mapeamento do processo, o cálculo do índice de eficiência do processo, assim como a identificação de recursos gargalos. O tipo de pesquisa utilizada foi a exploratória, fazendo uso de pesquisas bibliográficas, documentais e também o estudo de campo. O método observacional também foi utilizado, tendo em vista que a estratégia de coleta de dados ocorreu com o levantamento de tempos de produção, observação de fontes de perdas de eficiência e pesquisa em relatórios de não conformidade. No desenvolvimento do trabalho foram realizados a tomada de tempo, mapeamento do processo, identificação dos colaboradores envolvidos, identificação dos recursos gargalos, cálculo da eficiência produtiva, identificação de atividades agregadoras e não agregadoras de valor, finalizando com a apresentação das propostas de melhoria. Os resultados obtidos foram propostas de melhoria que visam ampliar a capacidade produtiva da operação gargalo, ampliar a multifuncionalidade dos colaboradores, ampliar a capacidade do recurso restritivo de capacidade e reduzir operações não agregadoras de valor. Dessa forma, espera-se contribuir para aumentar a eficiência produtiva do item produzido pela organização em questão, ampliando sua competitividade e lucratividade no mercado.

**Palavras-chave:** Mapeamento dos Processos; Eficiência Produtiva; Perdas; Gargalos; Atividades Agregadoras de Valor.

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>BPMN</b>	<i>Business Process Modeling Notation</i>
<b>DPN</b>	Diagrama de Processo de Negócio
<b>JIT</b>	<i>Just In Time</i>
<b>OPT</b>	<i>Optimized Production Technology</i>
<b>RNC</b>	Relatório de Não Conformidade
<b>ROI</b>	<i>Return On Investment</i>
<b>RRC</b>	Recurso Restritivo de Capacidade
<b>SINBORSUL</b>	Sindicato das Indústrias de Artefatos de Borracha do Estado do Rio Grande do Sul
<b>TPM</b>	Manutenção Preventiva Total
<b>TQM</b>	Gestão da Qualidade total
<b>TRF</b>	Troca Rápida de Ferramenta
<b>WIP</b>	<i>Work In Progress</i>

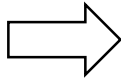
## LISTA DE SÍMBOLOS



OPERAÇÃO



ESPERA



TRANSPORTE



OPERAÇÃO COM  
INSPEÇÃO



INSPEÇÃO

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES – FIGURAS

Figura 1 - Item "14697" .....	19
Figura 2 - Cálculo da eficiência .....	29
Figura 3 - Tambor, pulmão e corda .....	34
Figura 4 - Modelo de transformação .....	35
Figura 5 - Eventos, atividades e <i>Gateways</i> .....	38
Figura 6 - Tipos de eventos.....	40
Figura 7 - Conectores.....	40
Figura 8 - Tipos de atividades .....	41
Figura 9 - Mapeamento do fluxo produtivo .....	49
Figura 10 - Descrição do processo de produção.....	51
Figura 11 - Eficiência de cada operação .....	57
Figura 12 - Layout atual do setor de misturas .....	72
Figura 13 - Layout proposto para o setor das misturas .....	73



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES – QUADROS

Quadro 1 - 16 principais tipos de perdas.....	26
Quadro 2 - Tomada de tempos .....	47
Quadro 3 - Alocação de colaboradores por operação.....	52
Quadro 4 - Tempo de atravessamento ( <i>lead time</i> ).....	53
Quadro 5 - Tempo de ciclo e capacidade teórica .....	53
Quadro 6 - Cálculo da eficiência .....	56
Quadro 7 – Etapas para levantamento de perdas.....	60
Quadro 8 - Matriz das Perdas .....	65
Quadro 9 - Atividades agregadoras e não agregadoras de valor .....	67

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA .....	13
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO .....	17
<b>3</b>	<b>A EMPRESA</b> .....	<b>18</b>
3.1	HISTÓRICO DA EMPRESA .....	18
3.2	O ITEM ANALISADO.....	19
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>21</b>
4.1	O QUE É ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO? .....	21
4.1.1	<b>Papel da função produção</b> .....	<b>22</b>
4.2	QUATRO ESTÁGIOS DA CONTRIBUIÇÃO DA OPERAÇÃO .....	23
4.3	OBJETIVOS DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO.....	24
4.4	PERDAS OU FONTES DE DIMINUIÇÃO DA PRODUÇÃO .....	25
4.5	EFICIÊNCIA .....	28
4.6	TEMPO DE CICLO.....	29
4.7	TEMPO DE ATRAVESSAMENTO.....	30
4.8	KAIZEN.....	30
4.9	OPT – <i>OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY</i> .....	32
4.10	DEFINIÇÃO DE PROCESSOS .....	34
4.11	MAPEAMENTO DOS PROCESSOS.....	36
4.11.1	<b>Business Process Modeling Notation – BPMN</b> .....	<b>37</b>
4.12	ATIVIDADES AGREGADORAS E NÃO AGREGADORAS DE VALOR .....	41
<b>5</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>43</b>
5.1	MÉTODO DE PESQUISA.....	43

5.2	ESTRATÉGIA DE COLETA DE DADOS .....	44
5.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	45
5.4	ETAPAS DE COLETAS DE DADOS .....	45
<b>6</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>47</b>
6.1	TOMADA DE TEMPO.....	47
6.2	MAPEAMENTO DO FLUXO PRODUTIVO.....	48
6.3	TEMPO DE CICLO E ATRAVESSAMENTO .....	52
6.4	IDENTIFICAÇÃO DOS GARGALOS E RECURSOS RESTRITIVOS DE CAPACIDADE .....	54
6.5	EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE CADA OPERAÇÃO.....	56
6.6	IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS NOS PROCESSOS .....	58
6.7	ATIVIDADES AGREGADORAS DE VALOR E NÃO AGREGADORAS .....	66
<b>7</b>	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da eficiência produtiva, como costumeiramente é ressaltado, se torna cada vez mais presente no dia a dia das organizações, principalmente das que fazem parte do setor industrial. Desde o seu início, o conhecimento científico dos campos de estudo da Administração já se preocupava na eliminação de perdas, aumento de eficiência, ou seja, na busca de formas de conduzir os negócios de maneira que estes fossem sustentáveis, sempre na busca de formas de se reduzir perdas e fontes de ineficiência. Esta preocupação já estava presente nos estudos realizados por Frederick Taylor, na introdução da administração científica, buscando uma abordagem mais sistemática da manufatura. Também existia no trabalho realizado por Jules Henri Fayol, pela identificação das principais funções da administração, sendo elas o planejar, organizar, comandar, coordenar e controlar. Com o passar dos tempos, diversas barreiras naturais de entrada de mercados caem, pode-se citar como exemplo a globalização, fazendo com que os empresários, administradores e outros profissionais busquem novas soluções para manterem suas atividades no mercado.

Um ponto muito importante na busca pela eficiência é a tentativa de através desta obter competitividade, para fazer frente às alterações de dinâmica de mercado que surgem. Muitas destas alterações no mercado são oriundas de fatores externos, como a já citada globalização, outras são características de movimentos internos do mercado, como uma recessão econômica. Já mais especificamente no caso da indústria, da redução histórica de participação no PIB brasileiro que esta tem enfrentado. Em determinados mercados, como o caso do mercado no qual a organização analisada neste trabalho atua, a redução da atividade econômica está muito mais visível para os *players*.

Segmentos da atividade econômica, como o das montadoras de ônibus, tiveram um expressivo crescimento ao longo dos últimos anos. Muito deste crescimento pode ser explicado através dos incentivos governamentais concedidos, tal como a redução de IPI; por movimentos do mercado, como a renovação das frotas de ônibus, já que os ônibus modernos trazem tecnologias mais eficientes, menos

poluidoras e com maior conforto e segurança para o passageiro; assim como por atuação governamental por legislação que obrigasse um determinado padrão para os veículos.

Junto com o crescimento da indústria de ônibus, também cresce a sua cadeia produtiva e dentre os itens desta cadeia está a indústria de borrachas. A indústria acompanhou o crescimento, da mesma forma seguindo na queda da movimentação, não somente das montadoras, mas também da indústria automotiva como um todo. Dado este cenário, é crucial que a indústria da borracha mantenha os seus processos com o máximo de eficiência possível, somente assim poderá se manter no mercado.

Este trabalho tem como proposta a análise de um processo produtivo de uma indústria de borrachas, cujo principal segmento de atuação é o fornecimento de soluções para montadoras de ônibus. A análise foi realizada com a aplicação de ferramentas, de maneira que fosse buscada uma visão mais profunda do funcionamento da organização. Posteriormente a esta análise, foram elaboradas propostas de melhoria.

O presente trabalho está organizado em sete capítulos que se iniciam pela introdução, a qual possui como seções a situação problemática e justificativa. No segundo capítulo, por sua vez, são apresentados o objetivo geral e os específicos passando para o terceiro capítulo que introduz a empresa e o item que será analisado. No quarto capítulo é apresentada a revisão teórica, que visa apresentar assuntos desde o papel da função produção, passando pela linguagem BPMN até a definição de atividades agregadoras de valor e não agregadoras. No quinto capítulo, são apresentados os procedimentos metodológicos. No sexto capítulo, ocorre o desenvolvimento do presente trabalho, com o encerramento no sétimo com as considerações finais.

## 1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

A empresa CIAFLEX - Indústria de Borrachas atua no mercado de borrachas desde o ano de 1998, possuindo clientes de diversos setores. Dentre seus clientes estão montadoras de ônibus, indústrias de equipamentos agrícolas e indústria

automotiva, sendo que as montadoras de ônibus são as que possuem a maior participação no faturamento da organização, representando em torno de 50%.

Um dos produtos produzidos pela empresa, que é vendido justamente para o segmento das montadoras de ônibus, é a borracha para ônibus urbano que serve na vedação e fixação do chamado janelão. Este produto que, inclusive, é analisado neste trabalho, foi desenvolvido em meados de 2014 para fornecimento a um cliente de grande expressão da empresa.

A Ciaflex possui uma grande *expertise* na produção deste item, oriunda da experiência profissional de sua equipe e dos anos em que atua neste mercado. O processo de produção é caracterizado por possuir muita participação manual em suas etapas. O atual nível de informações que a empresa possui sobre o processo produtivo deste item, conforme os seus gestores, carece de atualização e revisão de processos, visto que esses já se desprenderam da realidade e não mais podem ser seguramente utilizados como ferramenta de subsídio na tomada de decisões. A concorrência neste segmento é intensa, levando em consideração que o mercado já está praticamente saturado, o que serve como uma barreira de entrada de novos concorrentes, corroborando com a necessidade da composição de custos e levantamento de processos estar fidedigna com a operação, já que a perda de competitividade pode ocasionar na redução de participação de mercado.

Em relação ao mercado da borracha no ano de 2014, “O comportamento da indústria de borracha acompanhou o cenário recessivo regional e nacional [...]” (SINBORSUL, 2014, p. 10). Ainda conforme o SINBORSUL, o indicador de confiança do empresário ficou em seu menor nível histórico com uma pontuação de 33,3, sendo que conforme a Confederação Nacional das Indústrias, uma pontuação abaixo de 50 sinaliza pessimismo. A questão do faturamento setorial também é impactada, já que “O faturamento do setor apresenta queda de 1,2% nesse primeiro semestre [...]” (SINBORSUL, 2014, p. 16).

Para se manter em um mercado competitivo, a organização deve seguidamente realizar levantamento de qual o nível de eficiência do seu processo produtivo, visto que é de suma importância a constante revisão e desenvolvimento de iniciativas que irão aperfeiçoar o processo, mitigando ineficiências que carregam custos desnecessários, os quais acabam contribuindo para a redução de margem ou perda

de competitividade da organização. Deve-se ressaltar que a eficiência de um processo produtivo não garante somente resultados financeiros, mas também pode garantir maior qualidade para os produtos. Através de uma postura mais proativa, a empresa assume um comportamento que busca a melhoria contínua.

Neste trabalho foi realizado o levantamento da eficiência da operação de produção do produto mencionado. Para que este levantamento possa ocorrer da devida forma, é necessário proceder com diversas tarefas, tais como o mapeamento dos processos, tomada de tempos de produção e também a identificação de restrições que levam este processo a perder desempenho e eficiência. O aumento de desempenho pode ser obtido através da redução de falhas, melhor balanceamento entre as etapas de produção, redução do tempo de atravessamento do item, etc. A importância da determinação das restrições pode ser expressa através da seguinte passagem: “Então, se quisermos melhorar o desempenho de qualquer sistema precisamos identificar a restrição desse sistema para depois atuar nela.” (CSILLAG; NETO, 1998, p. 17)

É crucial para uma indústria, ainda mais no ramo ao qual a CIAFLEX atua, possuir um processo produtivo eficiente, pois isto impactará na composição do preço final do produto e em suas características, conseqüentemente afetando também a margem de lucro da organização. Sendo o preço de venda algo extremamente importante neste segmento e, inclusive, sendo um dos itens que determinam a competitividade da empresa no mercado, a organização deve estar sempre atenta aos seus níveis de eficiência produtivos, ainda mais se tratando de um produto que é de uma linha com expressiva participação em seu faturamento, conforme já citado.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Uma empresa que não possui conhecimento dos custos envolvidos em seus processos, ou que não possa confiar nas informações que possui, estará tomando decisões e conseqüentemente sendo guiada para uma direção, que não necessariamente será a melhor.

Este trabalho se justifica por estar realizando uma atividade que pretende trazer informações cruciais para a empresa, permitindo que a organização tenha em mãos

dados que posteriormente poderão servir para tomada de decisões, inclusive com o levantamento do *status quo* de sua operação em relação a um produto importante para a empresa.

A saúde financeira de uma empresa e seu crescimento sustentável estão muito relacionados com a eficiência na qual os processos produtivos ocorrem. Caso alguma linha ou produto não esteja operando de forma a se manter lucrativa, todo o processo de produção deste item deve ser reanalisado, na busca de conhecer o que realmente está acontecendo, para que, posteriormente, sejam tomadas ações corretivas. A presente pesquisa estabelecerá um método na qual as informações necessárias para a identificação de pontos que reduzem a eficiência produtiva possam ser localizados, e ações corretivas tomadas. Levando-se em consideração o panorama negativo do mercado da indústria de borrachas, conforme apresentado anteriormente, a necessidade do devido conhecimento do processo e sua eficiência, com a correta determinação de onde deve-se agir quando necessário, se torna ainda mais importante.

O presente trabalho pretende oferecer uma análise e obtenção de conhecimentos sobre o processo produtivo da indústria em questão, permitindo a aplicação e exercício de conhecimentos obtidos pelo autor, além do fato de estabelecer um caminho que poderá ser replicado em outros itens de relevância para a empresa.



## 2 OBJETIVOS

Neste capítulo serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos aos quais o trabalho pretende atingir

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é apresentar propostas de melhoria do processo produtivo do item em questão.

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar o mapeamento do processo, com a tomada de tempo em cada uma das etapas do processo;
- Identificar recursos gargalos do processo produtivo analisado, assim como também o recurso restritivo de capacidade;
- Para fins de análise do rendimento do processo, calcular o índice de eficiência para cada uma das operações e identificar o quadro geral da eficiência das operações;
- Após o cálculo do índice da eficiência, levantar perdas que impactam negativamente para o rendimento da operação;

### 3 A EMPRESA

A empresa Ciaflex Indústria de Borrachas Ltda é uma indústria de borrachas localizada em Caxias do Sul, com fornecimento de perfis trafilados, perfis esponjosos, perfis maciços, guarnições e prensados, também produzindo perfis coloridos.

As principais aplicações dos produtos desenvolvidos pela Ciaflex são direcionadas para a indústria de ônibus, construção civil, agroindústria e também para aplicação industrial e venda direta ao comércio. A empresa possui um *mix* em torno de 1.600 itens desenvolvidos e aprovados para a produção.

A empresa possui no ano de 2015 um quadro de 56 colaboradores. A área construída utilizada é de 2050 m<sup>2</sup> que está espalhada entre a área fabril, setor de misturas, engenharia, escritórios, depósito e pavilhões de filiais.

#### 3.1 HISTÓRICO DA EMPRESA

A empresa foi fundada no ano de 1998 na cidade de Caxias do Sul. Inicialmente somente atuava como comércio, realizando a compra e venda de artefatos de borracha. Desde sua fundação teve muito foco na atuação do mercado das montadoras de ônibus.

No ano de 1999, após a compra de novos equipamentos, passou a ser uma indústria de borrachas. No ano de 2004 a empresa obteve a certificação ISO 9001, a qual mantém até hoje e foi responsável por grandes impactos em sua gestão da qualidade e processos.

Com o crescimento de sua carteira de clientes e agregação de novos produtos ao *mix*, no ano de 2006 a empresa abriu um centro de distribuição na cidade de Cascavel no Paraná, com o objetivo de atender aos clientes da região e também buscar fatias de mercado no Mercosul. No ano de 2010, a empresa abriu outro centro de distribuição, localizado na cidade de Erechim, estado do Rio Grande do Sul, cujo objetivo é também atender de maneira mais eficiente aos clientes da região.

O maior mercado de atuação da Ciaflex é junto às montadoras de ônibus, através do fornecimento de guarnições e perfis utilizados para isolamento e também estética dos veículos.

### 3.2 O ITEM ANALISADO

Conforme citado anteriormente, o maior mercado atendido pela empresa é o das montadoras de ônibus. Então, nada mais natural do que alocar os esforços de análise e propostas de melhorias em itens que atinjam essa gama de produtos, já que o retorno deste investimento poderá ser maior.

O item analisado neste trabalho é um perfil maciço que atua na montagem das guarnições moldadas que servem para fixar a estrutura das janelas dos ônibus, isolando-as das movimentações da carroceria, trepidações, e acelerando o processo de troca e/ou manutenção da estrutura da janela, visto que sua retirada e colocação é relativamente rápida, reduzindo em que o veículo fica parado para que esta troca ou manutenção ocorra. A Figura 1 apresenta o item 14697.



Figura 1 - Item "14697"

Fonte: o autor

O perfil 14697 é um item que, além de estar localizado na carteira dos principais clientes da empresa, possui um custo de produção elevado, visto que a carga de

matéria-prima utilizada é grande, a produção é mais lenta, levando em consideração a sua área nominal, tudo isto relativamente aos outros itens, assim como o seu processo produtivo deve ocorrer de forma mais cautelosa.

Na produção do item estudado estão envolvidos diretamente dez colaboradores.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão teórica acerca de temas abordados ao longo do presente trabalho. Primeiramente, será descrita o que é a Administração da Produção e apresentada sua importância para as organizações. Em um segundo momento, serão apresentados assuntos voltados a técnicas que foram utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, como o mapeamento de processos, índice de eficiência, gargalos e restrições de um sistema produtivo.

### 4.1 O QUE É ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO?

A administração da produção pode ser definida como “a atividade de gerenciar recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços. A função produção é a parte responsável por esta atividade.” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2009, p. 4). Ainda conforme os autores, uma das maiores responsabilidades da função produção é trabalhar de forma harmônica com outras funções da organização, já que a falta de harmonia entre as funções pode afetar diretamente na eficiência de como ocorrem os processos internos na empresa.

Seguindo a definição de Slack, Chambers e Johnson (2009), quando olhamos para a função produção devemos separá-la em duas, sendo uma delas a produção como função e a outra, a produção como atividade. Enquanto a primeira traz a função produção como sendo uma parte da organização, que realiza a produção dos bens e serviços que serão destinados aos consumidores; a outra olha para a produção, como a administração de processos que ocorre dentro de todas as diferentes funções que uma empresa possui. Desta forma, os autores são diretos ao afirmarem que a administração de operações é importante para todas as funções de uma organização. Neste caso, o uso de operações, ao invés de produção, vai ao encontro da definição da função produção como administração de processos.

Os autores Slack, Chambers e Johnson (2009) apresentam quatro vantagens que uma operação eficaz pode trazer para uma organização. São elas a redução de

custos produtivos através do aumento de sua eficiência produtiva; o aumento da receita, que é decorrente do crescimento da satisfação dos consumidores devido à qualidade do produto ou serviço; o aumento da capacidade de produção de um sistema pode levar a uma redução do montante de investimento necessário, para a produção de um dado produto ou serviço, assim como da inovação no desenvolvimento de novas formas de produzir; e, finalmente, pode servir como base para a inovação, auxiliando na construção de uma base sólida de habilidade e conhecimento para a organização.

Tendo em vista as quatro vantagens apresentadas, fica claro que a administração da produção pode afetar diretamente na lucratividade de uma organização, afetando suas perspectivas de crescimento sustentável.

#### **4.1.1 Papel da função produção**

A função produção, parafraseando Martins e Laugeni (2005), pode ser entendida simplesmente como o conjunto das atividades que irão levar à transformação de um bem tangível, em um outro que terá uma utilidade maior. Esta atividade vem acompanhando o homem praticamente desde sua origem. Segundo Slack, Chambers e Johnson (2009) é aguardado que as suas operações, juntamente com os gerentes responsáveis por estas, evoluam com o tempo, dominando os requisitos para implementar, em seguida apoiar e, no final, impulsionar a estratégia das operações.

A implementação é a função mais básica da produção, em razão de ser ela quem coloca em prática esta estratégia. Sem a devida implementação, até mesmo a mais brilhante das ideias e estratégias corre o risco de se tornar ineficaz.

O segundo nível é o de apoio para a estratégia, conforme já descrito. O apoio se dá devido ao fato de somente a implementação da estratégia não ser suficiente, é necessário que a operação seja capaz de dar resposta às diferentes exigências que uma determinada estratégia possa colocar, garantindo o fornecimento das condições para sua consecução. O apoio se dá quando a operação de uma determinada

organização evolui de forma que auxilie a estratégia desta empresa no aprimoramento de seus processos, assim como na refinação destes.

O terceiro e último nível é quando a operação cede capacidade à estratégia da organização se tornar tão única, que dificulta a cópia destas pelos seus concorrentes.

#### 4.2 QUATRO ESTÁGIOS DA CONTRIBUIÇÃO DA OPERAÇÃO

Conforme Costa (1999), o Modelo de quatro estágios desenvolvido pelos Professores da Universidade de Harvard, Hayes e Wheelwright, demonstra quatro estágios que a função produção pode assumir frente à organização como um todo.

O primeiro estágio é de uma função produção vista como neutra frente à organização, sendo que para esta é dada pouca ou quase nenhuma importância estratégica para as suas questões de infraestrutura. Neste estágio, algumas das características, ainda conforme Costa (1999), é uma produção flexível e reativa, com a utilização de controles de performance de operação cuja orientação é exclusivamente direcionada para as tarefas.

O segundo estágio é caracterizado quando a função produção começa a comparar-se com a forma com a qual esta ocorre em outras empresas ou organizações competidoras, levando assim a função produção a seguir as melhores práticas exercidas no mercado.

No terceiro estágio, a função produção é utilizada para dar sustentação a uma posição que a empresa procura manter no mercado. É a função produção dando apoio à estratégia de negócio.

Finalmente, no quarto estágio, a função produção assume a iniciativa de elaboração da estratégia competitiva. “Não significa que a manufatura dite as estratégias, mas que estas são resultado de esforços coordenados entre diversas áreas funcionais, com fortes influências da produção” (COSTA, 1999, p. 8).

### 4.3 OBJETIVOS DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

Uma organização está sempre sendo influenciada por manifestações tanto internamente, quanto externamente. Estas manifestações são exercidas pelos *stakeholders*, que são as pessoas que influenciam ou podem ser influenciadas por decisões que a empresa toma. Segundo Slack, Chambers e Johnson (2009), existem cinco objetivos de desempenho que a função produção deve se preocupar, que se relacionam com sua tarefa básica e também atendam às exigências dos consumidores, sendo eles os objetivos de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

A qualidade pode ser entendida como:

Qualidade é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor, em outras palavras, significa “fazer certo as coisas”, mas as coisas que a produção precisa fazer certo variarão de acordo com o tipo de operação. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2009, p. 40)

A qualidade é a característica que possui a maior influência sobre a opinião do consumidor, acerca de sua satisfação ou insatisfação em relação ao produto. Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), existem duas categorias de qualidade, que são a qualidade de produto e a qualidade de processo. Enquanto a qualidade de produto pode demonstrar uma estratégia que a empresa assume no mercado; a qualidade de processo tem como objetivo a produção de um item sem defeitos, o que contribui na redução de custos, devido à uma redução da quantidade de erros gerados, assim como afeta a confiabilidade.

O segundo objetivo, que é a velocidade, nada mais é do que “o tempo transcorrido entre a requisição e o recebimento de produtos ou serviços pelos consumidores” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2009, p. 42). Pode-se destacar como principal benefício da velocidade, a vantagem de ter os produtos mais rapidamente disponíveis para os consumidores. A velocidade de uma operação contribui na redução do estoque, assim como na redução de riscos, muito em função da capacidade de resposta da empresa ser mais rápida.



No objetivo confiabilidade, procura-se realizar as tarefas no tempo para que os consumidores recebam o que demandam, quando necessitam ou, pelo menos, no tempo programado. Os impactos da confiabilidade são diversos, tais como na economia de tempo, economia de custos ou despesas que poderiam ser evitadas, também fornecendo a estabilidade que a função produção necessita.

O quarto objetivo apresentado, que é a flexibilidade, significa a capacidade que a operação possui de alterar-se. Conforme Davis, Aquilano e Chase (2001), a velocidade também pode ser percebida pelo consumidor como uma das dimensões associadas à qualidade.

O último objetivo destacado é o custo. Este objetivo é uma preocupação frequente nas organizações, estando mais presente em algumas do que em outras. Um detalhe deste objetivo é que sua redução ou otimização deve levar em consideração os outros objetivos de desempenho da função produção. Uma intervenção muito forte nos custos pode afetar negativamente os outros quatro objetivos, o que, no final das contas, poderá não compensar o esforço aplicado.

#### 4.4 PERDAS OU FONTES DE DIMINUIÇÃO DA PRODUÇÃO

O tempo de indisponibilidade de um determinado equipamento, segundo Mirshawka e Olmedo (1993), pode ser decomposto no tempo de indisponibilidade deste equipamento devido a uma falha, também devido à manutenção preventiva e, a terceira causa, devido à indisponibilidade por causas funcionais, tais como, tempo de *setup*, algum preenchimento de controle de determinados parâmetros da produção como alguma planilha, regulagens etc.

No Quadro 1 estão contidas as 16 principais perdas, de acordo com Yamashina (1995 *apud* POSSAMAI, 2002, p. 29).

1	-	Perda por falhas em equipamentos	Perdas principais em equipamentos
2	-	Perda por Setup	
3	-	Perda por troca de lâminas e gabaritos	
4	-	Perda por acionamento	
5	-	Perda por pequenas paradas e operações em vazio	
6	-	Perda por velocidade	
7	-	Perda oriunda de defeitos e retrabalhos	
8	-	Perda por desligamento	Perda por obstrução de funcionamento
9	-	Perda por controle	Perdas principais de mão de obra
10	-	Perda por movimento	
11	-	Perda por desorganização das linhas	
12	-	Perda por falha logística	
13	-	Perda por medições e ajustes	
14	-	Perda por desperdício de energia	Perdas principais de rendimentos
15	-	Perda de rendimento de material	
16	-	Perda por molde, ferramenta e gabarito	

Quadro 1 - 16 principais tipos de perdas

Adaptado de: Possamai (2002)

O instituto JIPM (1996 *apud* POSSAMAI, 2002, p. 30) introduz os oito fatores principais que se apresentam como obstáculos para uma utilização eficiente dos equipamentos em um sistema produtivo. Estes obstáculos impactam diretamente no rendimento dos equipamentos, que por sua vez afetam a eficiência de produção.

#### 1) Perdas por falhas em equipamentos:

Estas são apresentadas como as principais perdas que impactam negativamente a eficiência de um dado equipamento. Elas podem ser separadas em dois tipos, sendo um deles as perdas por falhas com paralisação do funcionamento deste equipamento e as perdas decorrentes de deterioração da função. O primeiro tipo de falha é o de mais fácil reconhecimento, visto que ocorre quando o equipamento para de operar de forma inesperada; já a perda por deterioração ocorre com a redução

da capacidade de processamento da máquina, normalmente decorrente do envelhecimento deste equipamento.

#### 2) Perdas por *Setup* e ajustes:

São as perdas decorrentes da troca de ferramental para um equipamento utilizado na fabricação de diferentes produtos. O autor define tempo de *setup* como o tempo necessário para o ajuste e preparação do equipamento gasto entre a produção de dois produtos diferentes.

#### 3) Perdas por trocas de lâminas de corte:

São decorrentes do tempo gasto para troca de ferramental, o que ocasiona a paralisação da linha de produção para substituição deste material que está desgastado devido ao uso.

#### 4) Perda por acionamento:

Perdas que decorrem até a estabilização do equipamento, permitindo que ele possa operar com o nível necessário de desempenho.

#### 5) Perdas por pequenas paradas e operações em vazio:

Devem ser consideradas, pois o somatório das pequenas paradas ou das operações em vazio podem ser consideráveis, afetando o rendimento operacional do equipamento. São citados como exemplos destas perdas a sobrecarga, funcionamento inadequado do equipamento e somatório dos tempos de funcionamento incorreto.

#### 6) Perdas por velocidade:

É a diferença entre a capacidade nominal de produção de um equipamento e a velocidade em que este equipamento está sendo operado. Se um equipamento opera em velocidade inferior à sua capacidade nominal, pode-se dizer que há capacidade sendo desperdiçada. Este problema é recorrente em máquinas mais antigas, as quais a identificação de sua velocidade de produção não é sabida, dado o desgaste normal decorrente dos anos de uso.

#### 7) Perdas por defeitos e retrabalhados:

Decorrem quando há a constatação de que um determinado produto está com defeito, ocasionando em seu descarte ou correção. No caso da correção, serão aplicados tempo adicional de mão de obra, e este valor, conforme o instituto JIPM (1996 *apud* POSSAMAI, 2002, p. 34) é tido como perda.

#### 8) Perdas por desligamento de equipamentos:

Esta categoria de perda é resultante da paralisação de uma linha de produção durante o seu estágio de fabricação, tendo em vista manutenções programadas, entre outras ocasiões aplicáveis.

Além dessas, há também outras como as perdas decorrentes da mão de obra que podem ser as perdas por controle, perda por movimento, perda por desorganização das linhas, perda por falhas logísticas e perdas por medições e ajustes.

### 4.5 EFICIÊNCIA

Segundo Nakajima (1989 *apud* POSSAMAI, 2002, p. 38) uma das metas mais importantes de um dado sistema produtivo é a maximização do desempenho que, de maneira simplista, pode ser atingida através de um uso mínimo de insumos (*inputs*) e maximização dos resultados (*outputs*).

A definição de eficiência, segundo o dicionário Michaelis (2009) é a de uma ação, capacidade de produzir um determinado efeito, também podendo ser entendido como rendimento. Segundo Mariano (2007), há diferentes tipos de eficiência, sendo que cada um deles pode ser aplicado em diferentes campos. Tomando como exemplo a termodinâmica, o mesmo autor cita que o indicador de eficiência “[...] é dado como sendo a relação entre o trabalho realizado por um sistema (uma máquina, por exemplo) e a energia total fornecida a este sistema” (MARIANO, 2007, p. 2). No caso dos campos da Administração, será analisada a eficiência de um sistema produtivo, que se refere à quantidade de *outputs* (saídas) dado os *inputs* (entradas) que um determinado sistema é capaz de gerar. O cálculo da eficiência, segundo Mariano,

Almeida e Rebelatto (2006 *apud* MARIANO, 2007), pode ser realizado através da fórmula descrita na Figura 2:

$$\text{Eficiência} = I / I_{\text{MAX}}$$

Em que:

I: Indicador de desempenho atual de um determinado sistema;

$I_{\text{MAX}}$ : Máximo valor que o sistema pode alcançar nesse indicador.

Figura 2 - Cálculo da eficiência

Fonte: MARIANO, 2007, p.4

O valor obtido pelo indicador sempre ficará entre 0 e 1, visto que a energia gerada pelo trabalho, será sempre inferior à energia fornecida a este sistema, devido à quantidade de perdas existentes no processo.

Um desmembramento desta fórmula é o que os autores Slack, Chambers e Johnson (2009) chamam de eficiência de atravessamento de valor agregado. Este indicador apresenta a quantidade de agregação de valor ocorrida em um determinado processo, comparativamente ao total do tempo (ou alguma outra unidade de medida utilizada) percorrido.

#### 4.6 TEMPO DE CICLO

O tempo de ciclo pode ser definido como o “tempo necessário para a execução do trabalho em uma peça [...]” (ANTUNES *et al.*, 2008, p. 149). Os mesmos autores complementam citando que determinadas operações, dadas suas características, tais como, tratamento químico, pintura etc., consideram como o tempo para processamento de um lote ou batelada. Cada máquina possuirá um tempo de ciclo que é característico para cada operação.

Ainda conforme os autores Antunes *et al.* (2008), estes citam que há confusões na literatura em relação às definições de *takt-time* e tempo de ciclo. Segundo Antunes

*et al.* (2008), *takt-time* é definido a partir de uma determinada demanda de mercado e do tempo que é disponível para a produção dos bens, entendendo-se como o ritmo de produção necessário para cumprir esta demanda específica.

#### 4.7 TEMPO DE ATRAVESSAMENTO

O termo tempo de atravessamento tem sido frequentemente utilizado como tradução da expressão *lead time*, segundo os autores Slack, Chambers e Johnson (2009). O tempo de atravessamento nada mais é do que o tempo médio consumido pelos *inputs* para movimentarem-se através do processo e transformarem-se em *outputs*.

Uma das formas utilizadas para o cálculo do tempo de atravessamento, mais comumente utilizada em processos que se caracterizam por serem mais estáveis, é através da Lei de Little, que está demonstrada a seguir:

$$\text{Tempo de atravessamento} = \text{Trabalho em andamento (WIP)} \times \text{Tempo de ciclo}$$

Fonte: Slack, Chambers e Johnson., 2009, p. 107

É importante destacar que um tempo de atravessamento menor, significa maior fluidez dentro de um processo, o que pode indicar, dentre outros fatores, uma menor quantidade de estoques intermediários, acarretando em maior produtividade.

#### 4.8 KAIZEN

Kaizen é uma palavra japonesa que significa melhoria, conforme Paniago (2008). Há um consenso entre diferentes autores quanto ao que é Kaizen em três pontos:

- O Kaizen é uma jornada sem fim na busca de uma maior qualidade e eficiência;
- É de natureza incremental;

- Tem um caráter participativo, ou seja, gera como resultados benefícios intrínsecos no ambiente de trabalho dos colaboradores.

Conforme Imai (1992, *apud* PANIAGO, 2008, p. 22), pode-se caracterizar um trabalho voltado para a utilização do Kaizen quando a organização reconhece que possui problemas e que estes têm características multifuncionais. Há diferenças entre a maneira como empresas ocidentais e orientais se posicionarão na resolução deste problema. Enquanto as empresas ocidentais tratarão como uma resolução de conflitos, as orientais utilizarão um enfoque mais sistêmico e voltado para o processo. A multifuncionalidade se dá a partir do momento em que o Kaizen envolverá diferentes hierarquias (por exemplo, alta gerência, média gerência, supervisores e operários), cada qual atuando em sua esfera para obter uma melhoria.

Ainda segundo o autor Imai (1992 *apud* PANIAGO, 2008, p. 23), o Kaizen é apresentado como um programa no qual outras ferramentas estão incluídas, como a Manutenção Preventiva Total (TPM), a Gestão da Qualidade Total (TQM) e a *Just-in-Time* (JIT).

Na literatura, o KAIZEN possui diferentes interpretações, conforme a dissertação de Paniago (2008), se apresentando como justamente um dos pontos fortes da metodologia, ao mesmo tempo que é uma das suas fraquezas. Dentre as interpretações estão as com enfoque na qualidade, na administração e relações industriais, e também a já citada, de um programa global.

Shingo (1996) cita em seu trabalho que devemos procurar agressivamente por problemas e que o início desta procura deve ser na separação entre atividades que agregam valor das atividades que não agregam, sendo estas últimas vistas como desperdícios que somente irão aumentar os custos. Não se deve aceitá-las como inevitáveis, mas, agir de modo a encontrar maneiras de eliminá-las fazendo uso de diferentes e melhores mecanismos de execução de um dado trabalho.

#### 4.9 OPT – OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY

A OPT, é um sistema de produção, que foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores israelenses, entre eles o físico Eliyahu Goldratt. É uma técnica que se utiliza de um software para executar o que dispõe em sua teoria.

Segundo Corrêa e Giansesi (2009), a OPT defende que o objetivo de uma organização é o ganho de dinheiro, e que a produção deve apoiar a organização na perseguição deste objetivo através de uma atuação em três elementos. São eles, o Fluxo de Materiais que passam através da fábrica (*Throughput*), os Estoques (*Inventory*) e as Despesas Operacionais (*Operating Expenses*). A receita que a OPT apresenta para aumentar os ganhos de uma organização é a de que, no nível da fábrica, se aumente o fluxo de materiais, sendo que ao mesmo tempo deve-se reduzir os estoques e as despesas operacionais.

Para a OPT, se uma empresa conseguir atingir este nível de desempenho, estará melhorando o seu lucro líquido, ROI (*Return on Investment*) e seu fluxo de caixa.

A OPT questiona a forma como alguns pressupostos são tratados pelas teorias tradicionais de administração da produção, elencando quatro áreas que ela diz serem necessárias repensar: os tipos de recursos, preparação da máquina, tamanho de lotes e, finalmente, efeitos das incertezas.

Tratando dos tipos de recursos, a OPT apresenta dois tipos como sendo crucial o conhecimento do inter-relacionamento entre eles. São os recursos gargalos e os recursos não-gargalos. Por recursos, segundo Corrêa e Giansesi (2009), entende-se que são todos os elementos necessários para a produção de um determinado produto. Por definição, o recurso gargalo é o recurso que sempre estará ocupado, durante o tempo em que estiver disponível.

Passando para o aspecto sobre as preparações das máquinas, é o de que não há as mesmas vantagens na redução do tempo de preparação, conhecido como *setup*, nos recursos gargalos e nos recursos não-gargalos. Enquanto que em um recurso gargalo uma hora ganha em sua preparação significa uma hora ganha de



operação; por sua vez, em um recurso não-gargalo, este ganho pode significar tempo ocioso, dado que é um recurso gargalo quem define o ritmo de produção.

O terceiro ponto abordado pela OPT é em relação ao tamanho dos lotes. A OPT questiona a premissa de que o custo de preparação é reduzido com o aumento dos lotes, o questionamento ocorre justamente porque não é considerado o inter-relacionamento dos recursos gargalos e não-gargalos.

O quarto e último pressuposto é em relação aos efeitos das incertezas. Sempre devem ser consideradas as flutuações estatísticas que um dado sistema de produção apresenta, visto que elas podem ser decorrentes de diversos fatores, tais como, “incertezas na operação, falta de consistência do operador, limites de capacidade do equipamento, quebras de equipamentos, entre outras” (CORRÊA; GIANESI, 2009, p. 151). Ainda conforme Corrêa e Gianesi (2009), estas flutuações seguem o comportamento de uma curva normal.

Segundo o questionamento aos pressupostos apresentados acima, Corrêa e Gianesi (2009, p. 146), citam nove princípios da OPT, sendo eles:

- 1) Balanceie o fluxo e não a capacidade.
- 2) A utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo).
- 3) Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos.
- 4) Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global.
- 5) Uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é só uma miragem.
- 6) O lote de transferência pode não ser e, frequentemente, não deveria ser igual ao lote de processamento.
- 7) O lote de processamento deve ser variável e não fixo.
- 8) Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques.
- 9) A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não sequencialmente. Os *lead-times* são um resultado da programação e não podem ser assumidos *a priori*.

Já a forma como o controle da produção se dá, segundo o conceito de OPT, é

segundo a lógica do Tambor, Pulmão e Corda. Segundo Slack, Chambers e Johnson (2009), o recurso gargalo se comporta como o tambor do sistema produtivo, visto que é ele quem dita o ritmo, como é dito nos princípios citados que uma hora ganha em um recurso gargalo é uma hora ganha para o sistema global. Convém manter um estoque em frente ao recurso gargalo, de forma que assim seja garantida a sua operação sem interrupções, sendo este estoque conhecido como um pulmão. Porém, para o sistema efetivamente funcionar, é necessário que os recursos anteriores ao gargalo não operem em condições de forma a superar a capacidade de processamento do gargalo. Logo, utiliza-se a corda para que de alguma forma ocorra a comunicação entre os dois tipos de recursos. A Figura 3 exemplifica o funcionamento.

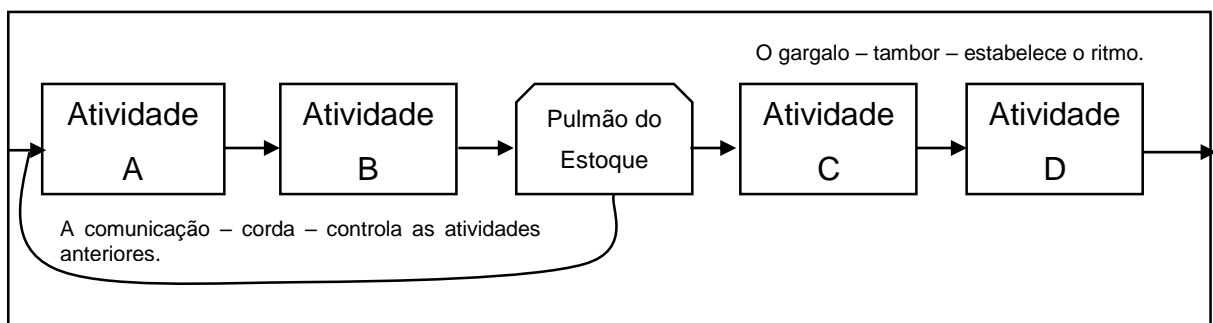


Figura 3 - Tambor, pulmão e corda

Fonte: adaptado de SLACK; *et al.*, (2013)

#### 4.10 DEFINIÇÃO DE PROCESSOS

Pode-se definir um processo como “[...] uma organização de recursos que transforma insumos em produtos que satisfazem as necessidades (internas ou externas) dos clientes” (SLACK; *et al.*, 2013, p. 30). Já o autor Gonçalves (2000) acrescenta para a definição de processo a adição de valor que ocorre na transformação, gerando um *output* específico para um dado cliente. Gonçalves (2000) aumenta a definição de processo, citando que este foi herdado por outras áreas a partir de estudos realizados na engenharia industrial, e que cada área possui as suas características específicas, sendo os fluxos de trabalho industriais mais fáceis de

serem identificados do que um processo de sucessão, por exemplo. Conforme Graham e Lebaron (1994 *apud* GONÇALVES, 2000, p. 7), todos os trabalhos realizados em uma empresa fazem parte de algum processo.

Geralmente um processo de produção pode ser representado através de um sistema de entradas, que passam por um processo de transformação gerando saídas, o modelo conhecido como *input – transformação – output*, conforme cita Slack, Chambers e Johnson (2009). Embora as operações ocorram da forma como foi descrita anteriormente, elas se diferenciam, pois cada uma delas utilizará diferentes *inputs* e, por consequência, diferentes *outputs*.

A Figura 4 é a representação do modelo de transformação citado.

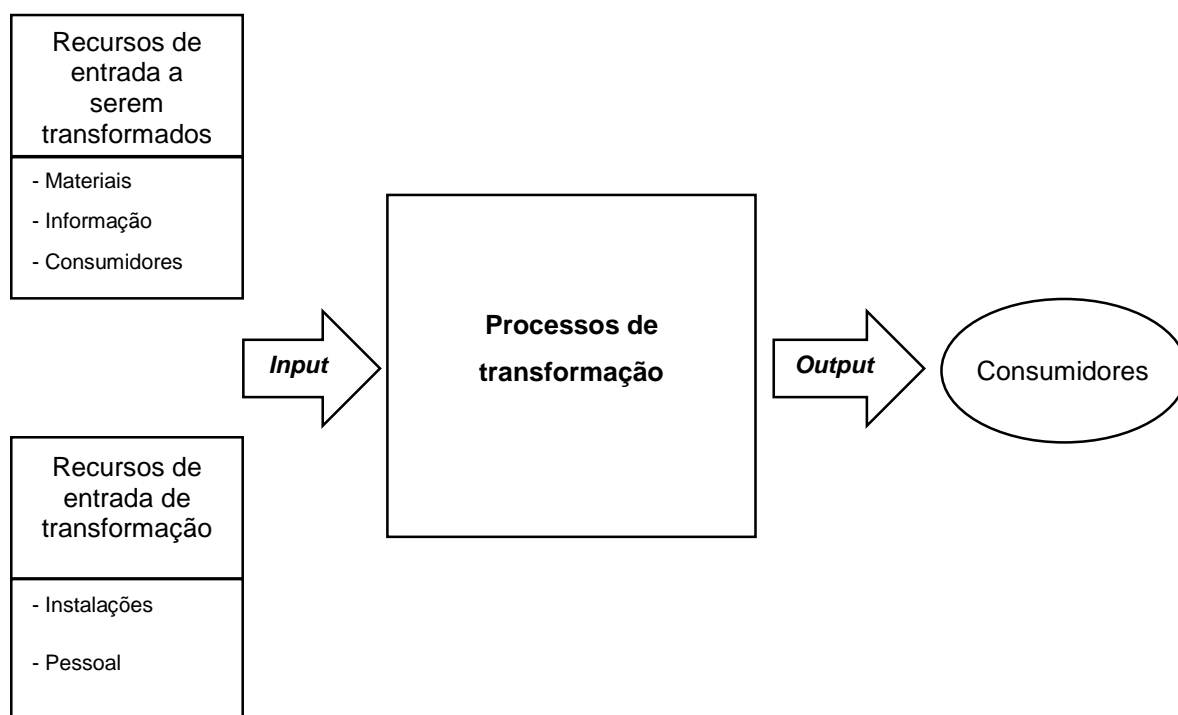


Figura 4 - Modelo de transformação

Fonte: adaptado de SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2009, p. 9

Em relação aos *inputs*, segundo Slack, Chambers e Johnson (2009), estes são os recursos que serão processados e transformados de alguma forma. Os autores citam que estes podem ser os materiais, informações e até mesmo consumidores.

No caso dos materiais pode-se exemplificar com as matérias primas. Já no caso das informações, há determinados segmentos de mercado, como o de pesquisas de mercado, que têm como *input* as informações obtidas nas pesquisas; enquanto que no caso dos consumidores, pode-se exemplificar com a prestação de serviços de cabeleireiro. No caso deste trabalho, boa parte dos *inputs* será a de materiais, tais como a matéria prima, energia, dentre outros. Já como recursos de transformação destacam-se o maquinário e a mão de obra, característicos do ramo de atuação da empresa estudada.

Já os *outputs* são o resultado da transformação sofrida pelos materiais que foram inseridos no processo. No caso da empresa, será um artefato de borracha.

#### 4.11 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS

Segundo Costa e Politano (2008), o mapeamento dos processos consiste no desenho dos fluxos de informações, de materiais e também de trabalho ao longo dos processos, sendo que estes são registrados para que outras pessoas possam entendê-los.

Um caminho que deve ser seguido para que ocorra o mapeamento dos processos é apresentado:

A primeira etapa, uma vez definido o valor e identificada toda a cadeia de valor, é focalizar o objeto real – o projeto específico, o pedido específico e o próprio produto (uma “cura” em um tratamento médico, uma viagem, uma casa, uma bicicleta) – e jamais deixar que esse objeto se perca do início à conclusão. A segunda etapa, que possibilita a primeira, é ignorar as fronteiras tradicionais de tarefas, profissionais, funções (frequentemente organizadas em departamentos) e empresas para criar uma empresa enxuta, eliminando todos os obstáculos ao fluxo contínuo do produto ou à família específica de produtos. A terceira etapa é repensar as práticas e ferramentas de trabalho específicas, a fim de eliminar refluxos, sucata e paralisações de todos os tipos a fim de que o projeto, a missão de pedidos e a fabricação do produto específico possam prosseguir continuamente. Womack e Jones (1998 *apud* PRATES, 2010, p. 27)

Em relação à terceira etapa, conforme descrito no texto anterior, Muller (2003 *apud* HORNIG, 2008, p. 30), cita que as empresas devem priorizar a análise de processos que tenham impactos significantes em sua competitividade ou outros pontos importantes para sua sobrevivência.


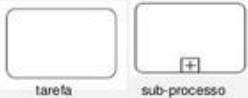

#### **4.11.1 Business Process Modeling Notation – BPMN**

Para que ocorra o mapeamento de um processo é necessário que seja escolhida qual técnica de desenho do processo que será utilizada. No mercado há diversos softwares e técnica disponíveis, sendo que cada uma destas apresentará vantagens e desvantagens. O *Business Process Modeling Notation* “é um padrão desenvolvido visando oferecer uma notação mais facilmente compreendida e usada por todos os envolvidos nos processos de negócio” (VALLE; OLIVEIRA, 2013, p. 77).

O BPMN faz uso de somente um tipo de diagrama, que é o Diagrama de Processo de Negócio (DPN), no qual serão representados quatro tipos básicos de elementos, que são as atividades, os eventos, os *gateways* (símbolos que representam decisões) e também os conectores.

Cada um destes elementos, segundo Valle e Oliveira (2013), tem a seguinte função dentro do sistema de modelagem BPMN:

- Evento: é algum acontecimento que ocorreu durante o processo de negócio, afetando o fluxo normal do processo;
- Atividade: é basicamente o trabalho que será executado no processo de negócio abordado;
- *Gateways* (filtros de decisão): controlar como o fluxo interage dentro de um processo, demonstrando se este irá convergir ou divergir;
- Conectores: mostram a sequência de fluxo.

Objeto	Descrição	Figura
<b>Evento</b>	É algo que acontece durante um processo do negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e têm geralmente uma causa (trigger) ou um impacto (result). Existem 3 tipos de eventos (baseados sobre quando afetam o fluxo): <b>início</b> (start), <b>intermediário</b> (intermediate) e <b>fim</b> (end). Este evento não possui trigger.	
<b>Atividade</b> <sup>1,2</sup>	É um termo genérico para um trabalho executado. Os tipos de atividades são: tarefa[1] e sub-processo [2]. O sub-processo é distinguido por uma pequena cruz no centro inferior da figura. <b>Principais Atributos:</b> <b>Tipo de atividade</b> (sub-processo ou tarefa), <b>Status</b> (Ativo, Inativo, Cancelado, Pronto, Completado e etc.) e <b>Performers</b> (0-n) : Performers (executantes) um ou mais executantes podem ser inscritos. O atributo performer (executante) define o recurso que irá executar ou serão responsáveis pela a atividade. A entrada do Performer poderia ser na forma de um Indivíduo, um grupo, uma papel funcional ou uma posição ou uma empresa.	
<b>Gateway</b>	É usado para controlar a divergência e/ou a convergência da seqüência de um fluxo. Assim, determinará decisões tradicionais, como unir ou dividir trajetos.	

1 – **Tarefa:** A tarefa é a menor unidade de um processo, geralmente atômica (não pode ser dividida em mais objetos);

2 – **sub-processo:** Um sub-processo, dentro de um BPD, é como uma atividade composta por um série de outras atividades, formando um novo fluxo; O sub-processo pode exibido de duas forma: "aberta" ou "fechada";

Figura 5 - Eventos, atividades e Gateways

Fonte: SANTOS, 2009, p.42

#### 4.11.1.1 GATEWAYS

Em relação aos gateways, estes podem ser exclusivos, inclusivos ou paralelos.

- *Exclusive Decision / Merge* ( Decisão/Junção): indicam que o processo pode ter dois ou mais caminhos alternativos;

- *Inclusive Decision / Merge* ( Decisão/Junção): se apresenta como um ponto de ramificação, as alternativas seguem condições dentro do fluxo de seqüência;

- *Parallel Fork / Join*: usualmente é utilizado para demonstrar atividades que são executadas em paralelo.

#### 4.11.1.2 EVENTOS

Os eventos, por sua vez, podem ser os seguintes, conforme Santos (2009):

- Mensagem: chega a mensagem de um participante, disparando um processo, ou esta mensagem indicará o final do processo;
- Tempo: data ou hora específica para início de processo ou tarefa;
- Erro: informa ao processo que um erro ocorreu e este deve ser tratado;
- Cancelar: indica o cancelamento do processo;
- Compensação: indica a necessidade de uma compensação, normalmente é realizada através de um evento intermediário;
- Condicional: são acionados gatilhos, quando uma dada condição é verdadeira;
- Link: funciona como um mecanismo de conexão;
- Sinal: forma de interação entre alguns processos;
- Terminador: encerra todas as atividades, as tarefas e também subprocessos;
- Múltiplo: é um evento que demonstra existirem múltiplos caminhos para que o processo de inicie.



Figura 6 - Tipos de eventos

Fonte: SANTOS, 2009, p.42

#### 4.11.1.3 CONECTORES

Os conectores mostram a ordem com que as atividades serão executadas dentro do processo.

Objeto	Descrição	Figura
<b>Fluxo de seqüência</b>	É usado para mostrar a ordem (seqüência) com que as atividades serão executadas em um processo.	
<b>Fluxo de mensagem</b>	É usado para mostrar o fluxo das mensagens entre dois participantes diferentes que os enviam e recebem mensagens.	
<b>Associação</b>	É usada para associar dados, texto e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.	

Figura 7 - Conectores

Fonte: SANTOS, 2009, p.44



#### 4.11.1.4 ATIVIDADES

As atividades, por sua vez, representam os trabalhos desenvolvidos no processo.

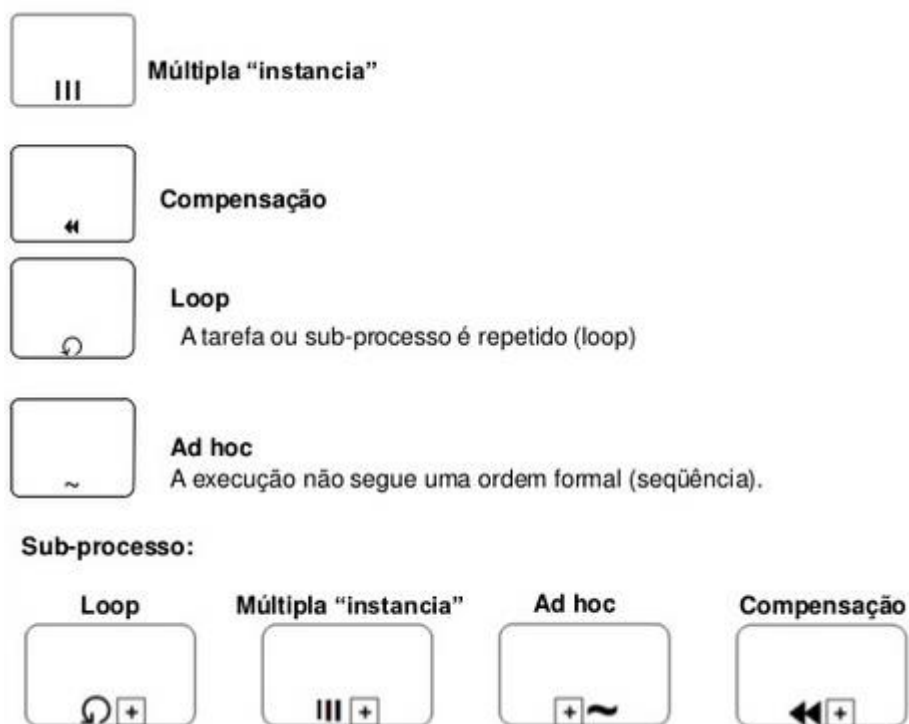


Figura 8 - Tipos de atividades  
Fonte: SANTOS, 2009, p.42

#### 4.12 ATIVIDADES AGREGADORAS E NÃO AGREGADORAS DE VALOR

A pesquisa realizada por Vilckas e Nantes (2007), que embora tenha sido relacionada ao consumo de produtos orgânicos, apresenta um estudo sobre atividades que agregam valor ao produto final. Segundo os autores, valor pode ser observado sob três perspectivas: preço, comportamento do consumidor e também estratégia.

Na primeira perspectiva, o valor nada mais é do que um *trade-off* “[...] percebido pelos consumidores entre os benefícios recebidos e os investimentos (monetários e não-monetários) para a compra do produto/serviço” (VILCKAS; NANTES, 2007, p. 28).

Já segundo os mesmos autores, na perspectiva de comportamento do consumidor, o valor está simplesmente relacionado com a satisfação das necessidades e também desejos dos compradores, em relação ao que foi adquirido. Finalmente, sob a perspectiva estratégica, valor nada mais é do que o quanto os consumidores se dispõem a pagar pelo o que a empresa está disposta a oferecer.

A importância do conhecimento da definição de valor se dá a partir do momento que atividades que não agregam valor devem ser suprimidas de um processo produtivo, visto que os consumidores/clientes não estarão dispostos a pagar por elas.

Segundo Selig, Possamai e Kliemann Neto (1995), atividades que agregam valor são aquelas cuja relação é direta com o produto, e os consumidores reconhecem quando realizam a análise do produto. Deve-se destacar que estes casos variam de caso para caso, sendo que há certos produtos nos quais esta percepção é maior.

Segundo o mesmo autor,

As atividades que não agregam valor são consideradas atividades “parasitas”, pois acrescentam gastos aos produtos sem agregar-lhes valor. Logo, é fundamental para a empresa, a identificação dos gastos de não-valor para tentar eliminá-los ou, ao menos, reduzir sua ocorrência. (SELIG; POSSAMAI; KLIEMANN NETO, 1995, p. 5).

Pode-se exemplificar atividades que não agregam valor como atividades de “recebimento, contagem, movimentação, inspeção, arquivamento, correções, etc.” (SELIG; POSSAMAI; KLIEMANN NETO, 1995, p. 5)

Ainda existem as atividades valor incorporando atividades não, conforme Selig, Possamai e Kliemann Neto (1995). Ou seja, são atividades valor que para ocorrerem necessitam que atividades não agregadoras também sejam exercidas. Pode-se tomar como um exemplo os tempos gastos em *setup* de máquinas.

Outra categoria são as atividades de suporte, as quais são difíceis de serem determinadas como agregadoras ou não de valor. As atividades de *Marketing* são um exemplo, que através de propagandas podem valorizar a imagem da empresa.

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nas seções seguintes será descrita a forma como ocorreu a pesquisa neste trabalho. Será apresentado o método de pesquisa a ser realizado, a estratégia de coleta dos dados, a delimitação da pesquisa, finalizando com a descrição das etapas de coleta.

Segundo Gil (2008), o conhecimento científico se diferencia dos outros tipos de conhecimento justamente por possuir a característica da verificabilidade, ou seja, é necessário que sejam identificadas todas as fontes, tanto as mentais, quanto as técnicas, que irão possibilitar a verificação do conhecimento. A seguinte passagem ilustra melhor o entendimento de método descrito pelo autor: “Pode-se definir métodos como o caminho para se chegar a um determinado fim” (GIL, 2008, p. 8).

### 5.1 MÉTODO DE PESQUISA

A definição de pesquisa, segundo Gil (2008), é de um processo formal e sistemático no qual ocorre o desenvolvimento do método científico, ou seja, “o objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos” (GIL, 2008, p. 26)

O presente trabalho será realizada através de uma pesquisa exploratória, visto que: “As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (GIL, 2008, p. 27), com um certo cunho de pesquisa explicativa, “[...] têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (GIL, 2008, p. 28), já que se busca a identificação de operações que reduzem a eficiência produtiva. Já em relação ao delineamento da pesquisa, serão realizadas pesquisas bibliográficas, documentais e, principalmente, o estudo de campo.

Faz-se uso também do método observacional, que para Gil (2008), o papel do pesquisador é somente observar algo que acontece ou já aconteceu, tendo em vista a utilização do estudo de campo, que se dá através da realização do acompanhamento da produção, com o levantamento de anotações, tempos, movimentos, etc. O tipo de observação que será realizada é o tipo sistemático, que significa “Na observação sistemática o pesquisador precisa elaborar um plano que estabeleça o que deve ser observado, em que momentos, bem como a forma de registro e organização das informações” (GIL, 2008, p. 104).

Esta definição dita por Gil (2008) é corroborada através do fato da observação ser realizada em etapas definidas de um processo produtivo, ou seja, é de conhecimento do observador o que deve ser observado e quando a observação deve ocorrer.

## 5.2 ESTRATÉGIA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados para a realização do presente trabalho se deu através de pesquisas bibliográficas, pesquisas documentais e o levantamento em campo de dados da produção, tais como tempo de operação, quantidade produzida, tempos de agregação de valor e não agregação, assim como os colaboradores envolvidos em cada tarefa observada no processo. Para tanto, se fez necessária a cronometragem dos tempos, fazendo uso de um cronômetro digital.

A pesquisa bibliográfica se deu através do material levantado no Capítulo 4.

A pesquisa documental ocorreu pela análise dos Relatórios de Não Conformidade, que foram utilizados para o cálculo do Índice de Eficiência e também pela análise de formulários e fluxogramas utilizados nas atividades produtivas da empresa.

Já a estratégia de levantamento de campo, por sua vez, se deu pelo levantamento dos tempos de produção, também sendo necessária a observação de eventuais fontes de perdas que se apresentam ao longo do processo produtivo. Esta observação foi feita através de anotação na tabela de acompanhamento da produção,

procurando-se observar as fontes de perdas citadas na revisão bibliográfica. Este levantamento se fez necessário, para que ocorresse o atingimento dos objetivos específicos do presente trabalho.

Para análise do Índice de Eficiência, além dos dados levantados na produção, também será realizada a pesquisa em Relatórios de Não Conformidade, tendo em vista cobrir um período de tempo maior do que somente o que ocorreu o levantamento, aumentando assim as chances de uma análise mais fidedigna do cálculo do Índice da Eficiência.

### 5.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa deu-se no processo produtivo do citado produto, não tendo sido levados em consideração subprocessos de apoio, tais como compras, planejamento da produção, vendas dentre outros.

### 5.4 ETAPAS DE COLETAS DE DADOS

Inicialmente foi realizado o mapeamento do processo produtivo, este se deu exclusivamente pela observação do fluxo de trabalho no processo objeto de análise, com a anotação das tarefas desenvolvidas em cada uma das etapas e quem é o colaborador responsável. Considerou-se como início do processo a tarefa exatamente seguinte ao do recebimento da ordem de produção emitida pelo departamento de planejamento e controle da produção. Em seguida, o mapeamento se deu de forma a seguir o fluxo do processamento do material pela empresa, até a tarefa em que ele fosse armazenado. O mapeamento do processo foi realizado utilizando-se a ferramenta Bizagi.

Em um segundo momento, foi realizada a cronometragem de cada uma das tarefas, sendo que o dado obtido pela cronometragem é crucial para o cálculo do Índice da Eficiência. Em paralelo à cronometragem, foi realizado o levantamento da

quantidade de produtos produzidos, quantidade de produtos reprovados, tempo gasto em atividades perdas e o tipo de atividade perda identificada.

Para a construção deste trabalho tomou-se duas vezes o tempo de cada atividade, calculando-se a média simples das observações. A tomada de tempos ocorreu na primeira quinzena do mês de julho do ano de 2015. Por razões de desaquecimento de mercado o número de observações as quais o pesquisador pode tomar foi comprometida, tendo em vista que a empresa estava passando por um momento de fraca demanda no item analisado.

Finalmente, foram analisados os relatórios de não conformidade, para uma identificação de eficiência mais fidedigna, buscando-se ampliar o horizonte de pesquisa.

## 6 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é apresentada a parte prática do presente trabalho.

### 6.1 TOMADA DE TEMPO

No Quadro 2 são apresentados os tempos de produção tomados conforme disposto na seção 5.2 juntamente com a quantidade de quilogramas processadas no momento da observação.

<b><u>PESAGEM DA BORRACHA</u></b>					
<b>PESAGEM</b>	<b>CARREGAMENTO</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>
4,84 minutos	2,50 minutos	2,25 minutos	1,25 minutos	10,84 minutos	26,40 Kg
<b><u>PESAGEM DA CARGA BRANCA</u></b>					
<b>PREPARAÇÃO</b>	<b>PESAGEM</b>	<b>CARREGAMENTO</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>
2,08 minutos	19,35 minutos	2,28 minutos	10 minutos	33,72 minutos	124,5 Kg
<b><u>PESAGEM DO NEGRO DE FUMO</u></b>					
<b>PREPARAÇÃO</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>PESAGEM</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>	-
2,12 minutos	4,75 minutos	14,53 minutos	21,39 minutos	173,7Kg	
<b><u>OPERAÇÃO DO BAMBURY</u></b>					
<b>SETUP</b>	<b>OPERAÇÃO</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>	
5,17 minutos	48,08 minutos	20 minutos	73,25 minutos	384,90 Kg	
<b><u>OPERAÇÃO DO CILINDRO</u></b>					
<b>PREPARAÇÃO</b>	<b>OPERAÇÃO</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>
1,17 minutos	67 minutos	7 minutos	2,02 minutos	77,18 minutos	769,9 Kg
<b><u>OPERAÇÃO DA EXTRUSORA</u></b>					
<b>SETUP</b>	<b>OPERAÇÃO</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>LIMPEZA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>
10 minutos	146 minutos	0,33 minutos	7 minutos	163,33 minutos	371,45 Kg
<b><u>EMBALAGEM</u></b>					
<b>EMBALAGEM</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Kg PROCESSADO</b>	-	-
2 minutos	1 minutos	3 minutos	371,45 Kg		

Quadro 2 - Tomada de tempos  
Fonte: o autor

## 6.2 MAPEAMENTO DO FLUXO PRODUTIVO

O processo produtivo na indústria estudada tem como característica forte o fato de que boa parte dos itens que a empresa possui em seu portfólio passam, em algum ponto de seu processo produtivo, pelas mesmas máquinas que outros itens.

A importância do mapeamento do fluxo produtivo é justamente permitir que seja realizada uma análise do processo em que ocorre a produção. Dessa maneira pode ocorrer um esforço de identificação de eventuais pontos em que as perdas se apresentam, para que assim ações possam ser tomadas visando a melhoria do processo como um todo. Até mesmo William Edwards Deming, através de sua famosa frase, que dizia, "Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se gerencia" (PAGLIUSO, 2015), deixa clara a importância de se mapear o processo, visto que a partir do momento que não temos conhecimento com o que estamos lidando, o trabalho se torna muito mais difícil.

A Figura 9 traz o mapeamento do fluxo produtivo do item estudado neste trabalho.



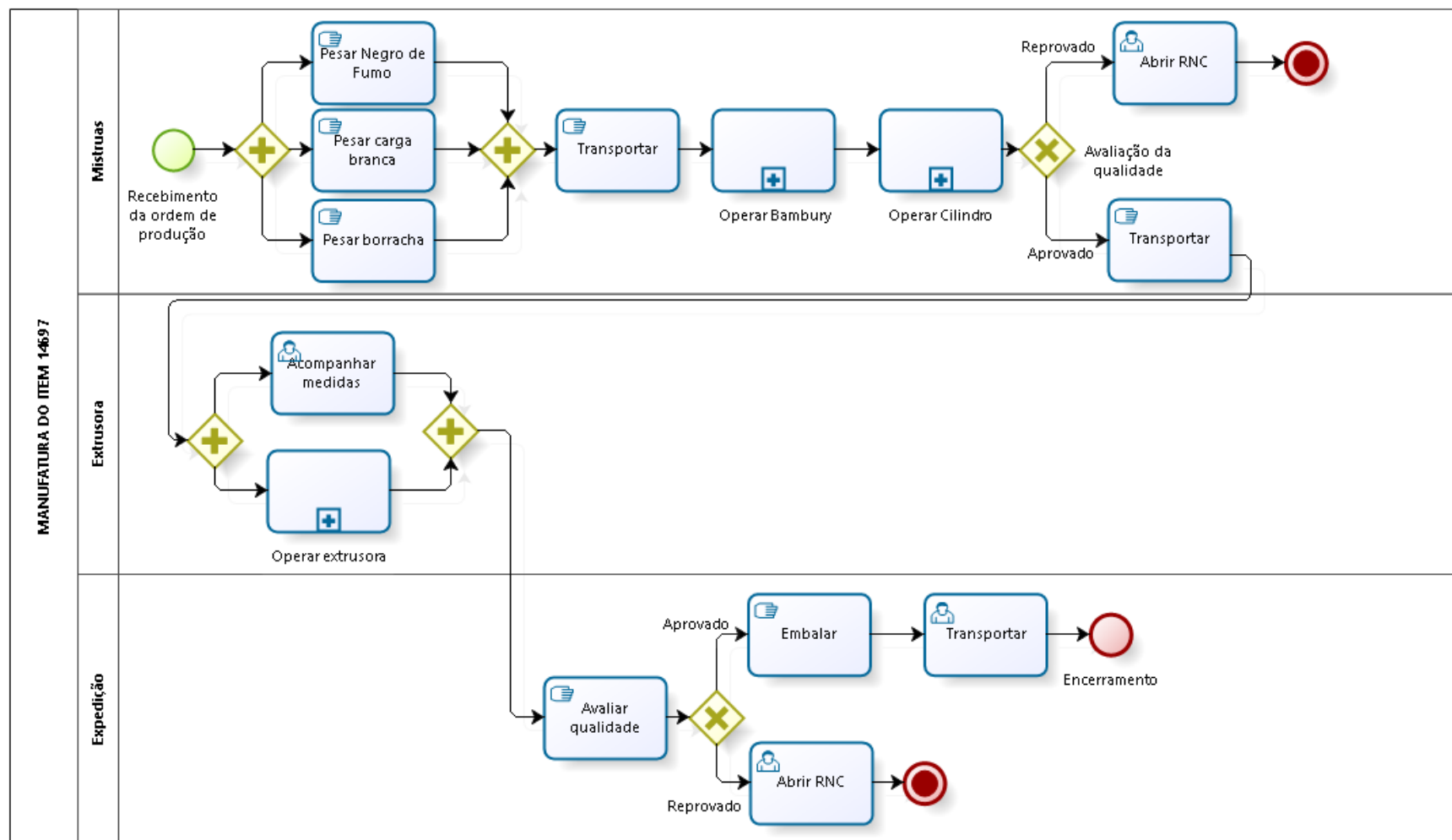


Figura 9 - Mapeamento do fluxo produtivo  
 Fonte: o autor, elaborado na ferramenta Bizagi

O processo produtivo se inicia através do recebimento da ordem de produção das massas no setor de misturas da organização. Na etapa seguinte, ocorrem em paralelo a pesagem do Negro de Fumo, da carga branca e também da borracha, que após finalizados são transportados até o Bambury. Na etapa do Bambury ocorre um subprocesso que é justamente a mistura destes materiais, posteriormente sendo liberada a massa para a etapa da operação no cilindro, na qual ocorre a homogeneização da massa com o posterior fatiamento na dimensão correta para a alimentação da próxima máquina. É na etapa do cilindro que ocorre um controle da qualidade que visa analisar se a massa está corretamente misturada. Os casos de descarte de material, com respectiva abertura de Relatórios de Não Conformidade (tarefa de abertura de RNCs, conforme descrito no mapeamento), são as sobras de testes utilizados no laboratório, que correspondem a 50,75 Kg e o motivo da massa contaminada com pó, cujo total é de 11 Kg, segundo levantamento realizado nos relatórios de reprovação de material. A maneira de averiguação é visual, com o corte de fatias da massa para observar o interior dela. Caso ocorra a reprovação, o processo é encerrado por completo.

Se a massa for aprovada, será transportada do final da operação do cilindro até a extrusora. Iniciando-se o subprocesso da extrusora, em paralelo a esta nova operação, também é realizado o controle da qualidade do item que está sendo manufaturado. Ao longo de toda a sua produção, o colaborador acompanha as medidas através dos desenhos que descrevem as metas e tolerâncias que o perfil da borracha ainda não vulcanizada pode ser produzido. Após passar por um túnel – dentro do qual ela é vulcanizada – novamente são tomadas as medidas. Se o item produzido for aprovado, este será embalado e transportado para o seu local de armazenamento; caso contrário, também será aberto um RNC. Neste caso o motivo de maior reprovação, também segundo análise dos Relatórios de Não Conformidade, são as sobras, com um total de 992,67 Kg no período analisado de março de 2014 até setembro de 2015, seguido de 820,33 Kg do perfil com bolhas. O total de quilogramas de material descartado neste período foi de 3.591,54 Kg.

A Figura 10 apresenta outro levantamento realizado a partir da observação do funcionamento do processo produtivo, neste caso com símbolos cuja significação é apresentada pelos autores Martins e Laugeni (2005).

	Descrição	Símbolo	Observações	
1	Pesagem do Negro de Fumo	○		
		○		
2	Aguardar outras cargas	◐		
		○		
2	Pesagem da Carga Branca	○		
		○		
3	Pesagem da borracha	○		
		○		
4	Transporte até o Bambury	→		10 metros
		○		
5	Operação do Bambury	○		
		○		
6	Operação do cilindro	◻		
		○		
7	Transporte até a extrusora	→	30 metros	
		○		
8	Aguardar preparação da extrusora	◐		
		○		
9	Operação da extrusora	◻		
		○		
10	Inspecionar final qualidade	◻		
		○		
11	Embalar	○		
		○		
12	Transportar até armazenagem	→	5 metros	

Figura 10 - Descrição do processo de produção  
Fonte: elaborado pelo autor

Nesta figura, é possível, além de observar o fluxo produtivo, também verificar a distância em metros que o colaborador deve se deslocar para mover as cargas nas tarefas de transporte que ocorrem durante a operação.

Outro levantamento importante para caracterizar a produção do item é a quantidade de colaboradores envolvidos no processo de produção, tomado como foco deste trabalho. As informações do levantamento da quantidade de colaboradores alocados são importantes, pois podem ser realizadas análises comparando a complexidade da operação com a quantidade de mão de obra necessária, daí é plausível obter oportunidades de melhoria, tais como aumentar o nível de automação no processo a partir da identificação de que uma determinada operação utiliza muitos recursos humanos e possui uma capacidade de processamento considerada como baixa.

O Quadro 3 apresenta o levantamento dos colaboradores responsáveis por cada etapa.

Colaborador	Descrição da tarefa	Nº da tarefa no fluxo
A	Pesagem do Negro de Fumo	1
B	Pesagem da Carga Branca	3
B	Pesagem da Borracha	3
B	Transporte até o Bambury	4
C	Operação do Bambury	5
D, E e F	Operação do Cilindro	6
G	Transporte até a extrusora	7
H	Operação da extrusora	9
I	Inspecionar final qualidade	10
J	Embalar	11
J	Transportar até armazenagem	12
<b>Total de colaboradores/turno</b>		<b>10</b>

Quadro 3 - Alocação de colaboradores por operação  
Fonte: elaborado pelo autor

### 6.3 TEMPO DE CICLO E ATRAVESSAMENTO

O conhecimento do tempo de ciclo e do tempo de atravessamento de um determinado processo produtivo é importante, visto que o primeiro corresponde à taxa de *outputs* gerada por um determinado sistema, enquanto que o segundo é o tempo total gasto até o cliente receber a sua encomenda. Estes indicadores são relevantes não somente para análise e proposição de melhorias de um sistema produtivo e, para que a organização esteja sempre procurando reduções de tempo de atravessamento ou balanceamento entre tempos de ciclo interoperativos, mas também é um componente de vantagem competitiva, ainda mais para o mercado no qual a empresa estudada está inserida.

Segue o Quadro 4 que apresenta o tempo de atravessamento estimado a partir do levantamento dos tempos tomados, para um dado pedido.

	<b>Tempo (minutos)</b>
<b>Programação do pedido</b>	2.880
<b>Produção</b>	382,71
<b>Lead Time</b>	3.262,71

Quadro 4 - Tempo de atravessamento (*lead time*)  
Fonte: elaborado pelo autor

O tempo dispendido entre o pedido pelo cliente e os trâmites de outros setores até chegar ao departamento responsável pela programação e este, por sua vez, distribuir as ordens de produção, é de 48 horas. Este é um tempo médio sem que ocorra a produção do produto, gasto somente em trâmites de atividades de apoio. O tempo efetivo de produção foi de 382,71 minutos, correspondendo a 6,38 horas. Neste valor foi considerada a soma individual dos tempos de cada operação, não excluindo as operações que ocorrem em paralelo, como a de pesagem da borracha, carga branca e negro de fumo, da tomada de tempo realizada na pesquisa de campo.

Em relação ao tempo de ciclo no Quadro 5, em sua coluna “Kg/min (realizado)” são apresentados estes tempos, para cada etapa de operação analisada.

	<b>Kg/min (realizado)</b>	<b>Capacidade teórica (Kg/min x 480min)</b>
<b>Pesagem da Borracha</b>	2,44	1.171,20
<b>Pesagem do Negro de Fumo</b>	8,12	3.897,60
<b>Pesagem da Carga branca</b>	3,69	1.771,20
<b>Operação no Bambury</b>	5,25	2.520,00
<b>Operação no Cilindro</b>	9,97	4.785,60
<b>Operação da Extrusora</b>	2,27	1.089,60
<b>Armazenamento</b>	123,82	59.433,60

Quadro 5 - Tempo de ciclo e capacidade teórica  
Fonte: elaborado pelo autor

A medida considerada para o levantamento do tempo de ciclo foi o Kg/min, visto que a única forma de se realizar uma efetiva comparação entre as diferentes operações é com esta medida, já que não há a possibilidade de aferimento da

produção de operações como a de pesagem em uma dimensão de medida por metros, o que somente pode ocorrer após a extrusão da massa elaborada. Esta é a dimensão de medida utilizada pela empresa nos seus relatórios, inclusive também é a que consta no manual das máquinas.

Através do tempo de ciclo de uma determinada operação, é possível obter-se a capacidade teórica de produção de cada uma das etapas, visto que devemos somente multiplicar o tempo de ciclo pelo tempo de cada turno. No caso da empresa estudada os turnos são de 8 horas, ou seja, 480 minutos. A partir desta informação, pode-se seguir com a análise do processo de produção, identificando os gargalos e RRCs deste processo.

#### 6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS GARGALOS E RECURSOS RESTRITIVOS DE CAPACIDADE

Considera-se como gargalo, segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), a operação que, dentre todas as analisadas, possuir a menor capacidade de produção dentro do processo produtivo estudado. Segundo o Quadro 5, a operação que apresenta a menor capacidade é a Operação da Extrusora, com capacidade teórica de operação de 1.089,60 Kg por turno. Já o RRC, por sua vez, se apresenta neste processo produtivo na Operação da Pesagem da Borracha, uma capacidade teórica de operação de 1.171,20 Kg por turno, sendo somente 81,6 Kg por turno superior à operação da extrusora. Respectivamente, elas possuem tempos de ciclos de 2,27 Kg/min e 2,44 Kg/min. Segundo Antunes *et al.* (2008) as operações gargalos ou restrições de capacidade são as operações que restringem os fluxos dos materiais pelo processo produtivo, conseqüentemente, reduzindo os ganhos econômicos e financeiros da organização.

Ainda segundo Antunes *et al.* (2008), se nenhuma atividade de melhoria da capacidade produtiva do gargalo for realizada no curto prazo, certamente esta operação permanecerá no mesmo local, o que demonstra que os gargalos possuem um cunho estrutural, justificando um investimento em maquinário, criação de outro turno ou alocação de mais funcionários nesta operação.

Observando as operações assinaladas como gargalo e restrição, na primeira destaca-se a baixa capacidade de processamento da máquina, corroborando o que foi dito pelos autores Antunes *et al.* (2008). O item é um perfil que em sua composição leva muita carga, sendo um perfil pesado, o que exige muito da máquina extrusora que já trabalha em uma rotação elevada forçando um desgaste maior de suas peças, sacrifício necessário para a empresa não perder competitividade neste item. Ainda a respeito da capacidade de processamento da Operação da Extrusora e levando-se em consideração um dos nove princípios básicos da Teoria da Restrições, que é justamente o de que uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro, todas as atividades que precedem o início de fato da produção do item, tais como o setup, o transporte da matéria prima até a boca da máquina, devem ser minimizadas. A partir deste destaque, é possível utilizar soluções oriundas do Sistema Toyota de Produção, como a TRF, que nada mais é do que a Troca Rápida de Ferramenta, assim como também o treinamento dos colaboradores e padronização de operações para reduzir o tempo gasto de ajustamento do perfil antes deste entrar no túnel para ser vulcanizado, já que são largados metros de perfil que servem para ajustar as dimensões e sincronizar a velocidade entre a saída da extrusora e a esteira que conduz este perfil.

Já em relação à restrição, a operação da pesagem da borracha é majoritariamente manual, na qual o operador inicia o processo erguendo um bloco de 5 Kg até uma guilhotina, cortando a borracha em pedaços seguindo um peso estabelecido na formulação determinada pela engenharia da organização. Como não há no local de trabalho deste operador alguma guia que auxilie na operação de cortar estes pedaços, alguns ficam com peso acima do estipulado, outros com peso abaixo, sendo necessário que este operador complete a carga com resquícios menores, gastando muito tempo e eficiência produtiva.

Não é somente no quesito tempo que devem ser focados os esforços de melhorias do processo, mas também deve-se garantir a qualidade do *output* destas operações, visto que o tempo gasto de produção em um gargalo ou restrição de algum produto não conforme representará uma perda para todo o sistema produtivo.

Os 3.591,54 Kg de material reprovado, conforme levantamento realizado nos relatórios de não conformidade, não se apresentam somente como desperdício de material, mas neste total devem estar contabilizados o tempo gasto na operação do recurso gargalo sem que o seu resultado pudesse ser aproveitado; ou seja, o sistema como um todo perdeu tempo.

## 6.5 EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE CADA OPERAÇÃO

Levando em consideração a forma de cálculo da eficiência, conforme descrito na Seção 4.5 do referencial teórico, foi elaborado o Quadro 6 para apresentação dos índices de eficiência para o processo produtivo analisado.

	<b>I<sub>realizado</sub></b> (Kg/Min)	<b>I<sub>meta</sub></b> (Kg/Min)	<b>Eficiência</b>
<b>Pesagem da Borracha</b>	2,44	4,95	49,29%
<b>Pesagem do Negro de Fumo</b>	8,12	11,96	67,89%
<b>Pesagem da Carga branca</b>	3,69	6,43	57,39%
<b>Operação no Cilindro</b>	9,97	11,49	86,77%
<b>Operação no Bambury</b>	5,25	8,00	65,63%
<b>Operação da Extrusora</b>	2,27	2,54	89,37%

Quadro 6 - Cálculo da eficiência  
Fonte: o autor

Relembrando o que foi dito no referencial teórico, segundo os autores Mariano, Almeida e Rebelatto (2006 *apud* MARIANO, 2007), a eficiência pode ser considerada como a razão entre uma medida de desempenho atual de um determinado sistema com uma meta que corresponde ao valor máximo que pode ser obtido neste sistema.

O Quadro 6 considerou o valor realizado, ou seja, o desempenho atual do sistema, como a capacidade de processamento da operação, medida na grandeza de quilograma por minuto, levando-se em consideração todos os tempos de atividades que não agregam valor para o produto final. Por exemplo, na atividade de extrusão, pegou-se a quantidade de *output* da operação (em quilogramas) e, para obter o tempo



realizado, dividiu-se esta quantidade pelo somatório de tempo de produção contabilizando-se também o tempo de transporte, *setup* e limpeza da máquina. Já para obtermos o índice considerado como meta, dividiu-se a quantidade produzida somente pelo tempo de operação da máquina. Desta forma, o índice realizado corresponderá à produção da operação com os descontos de atividades não agregadoras de valor e que devem ser minimizadas, visto que somente se apresentam como custos para o processo. Por sua parte, o índice tomado como meta corresponde à efetiva produção da máquina, ou seja, a produção que agrega valor, quando aplicável, ou simplesmente entendida como a que o cliente está disposto a pagar. Observa-se que o valor considerado para o índice realizado é o mesmo que foi utilizado para o cálculo da capacidade teórica de produção de cada operação, já que para manter uma precisão maior na projeção da capacidade, deve-se levar em consideração os descontos de produção que irão ocorrer.

O gráfico da Figura 11 contém os dados plotados dos cálculos de eficiência realizados.

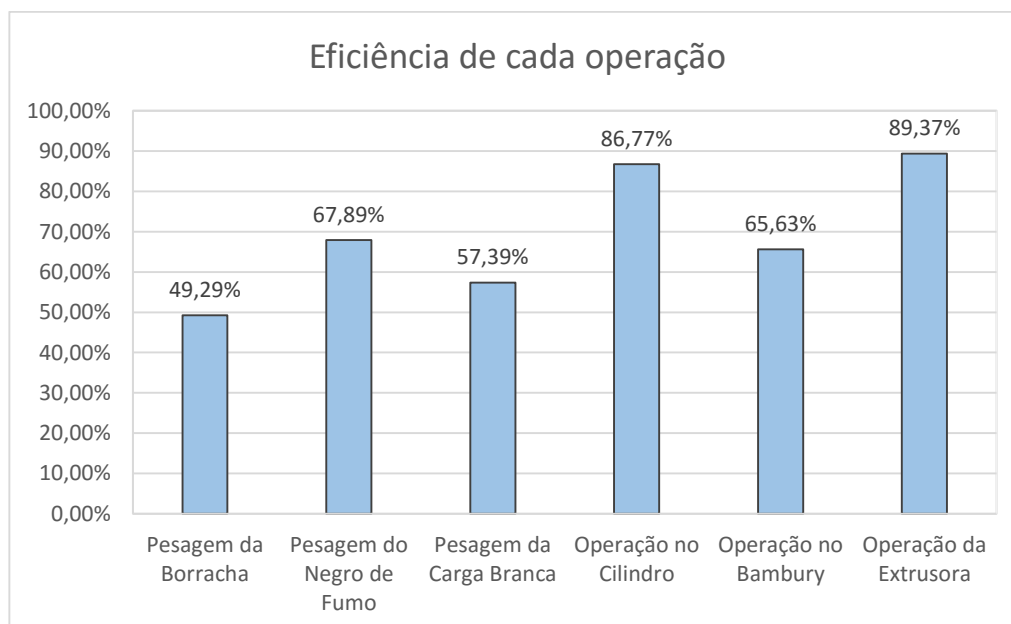


Figura 11 - Eficiência de cada operação  
Fonte: o autor

Observa-se na Figura 11, que o índice com maior eficiência se dá justamente no gargalo do processo produtivo analisado, que é na operação da extrusão. Isto pode demonstrar que a empresa tem algum conhecimento de que a extrusão é um limitador da capacidade de produção da planta, e que esforços de melhoria foram realizados. A surpresa fica com a operação de pesagem da borracha, visto que esta é a segunda com menor capacidade de produção e possui a menor eficiência dentre as analisadas. Em parte, esta baixa eficiência pode ser explicada pela descrição da operação feita na Seção 6.4, que citou que as tarefas realizadas são em boa parte manuais e sem uma padronização, o que pode levar o colaborador a repetir algumas para atingir o peso determinado que consta na formulação, gerando assim ineficiências produtivas.

No gráfico da Figura 12, que manteve a ordem de produção segundo o mapeamento realizado, percebe-se que há um desbalanceamento das capacidades de produção. De fato, as três primeiras operações são as que mais utilizam a mão de obra direta do colaborador, contendo um grau menor de automação e também de eficiência produtiva. Também deve-se levar em consideração que as duas operações com menor capacidade, ou seja, a pesagem da borracha e da carga branca são operações realizadas por um mesmo colaborador, o que pode demonstrar a necessidade de modificação da forma como o trabalho é realizado para atingimento de uma eficiência maior.

A operação de armazenamento não foi plotada no gráfico já que a razão entre seu índice realizado e sua meta é muito próxima de 100%, tendo visto que no momento da tomada de tempos, é difícil a separação entre atividades agregadoras de valor e não agregadoras, o que comprometia a precisão do levantamento.

## 6.6 IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS NOS PROCESSOS

Nesta seção serão apresentadas algumas perdas que foram identificadas ao longo do levantamento realizado junto ao processo produtivo estudado neste trabalho.

O levantamento das perdas ocorreu através da elaboração de uma Matriz de Perdas, ferramenta esta apresentada por Kayser (2001), utilizando as sete perdas

conforme o Sistema Toyota de Produção, diferentemente do que foi realizado neste trabalho, que utilizou as perdas descritas na Seção 4.4, definidas pelo autor Yamashina (1996 *apud* POSSAMAI, 2002). O objetivo da Matriz de Perdas é relacionar os tipos de perdas possíveis de serem identificadas, a partir da literatura abordada, com cada uma das etapas do processo produtivo. Este levantamento é importante para nortear os esforços na elaboração de propostas de melhoria, posteriormente apresentadas. Podem ser utilizados os dados obtidos pelo levantamento da capacidade teórica de produção, identificação de gargalo e RRC e cálculo da eficiência, em paralelo com a matriz de perdas, encontrando determinados pontos em alguma parte da operação que mereça maior atenção e esforço na consecução de melhorias.

### ***Etapas***

Para fins de exemplificação e melhor compreensão, segue o desdobramento em tarefas para cada etapa do processo produtivo do item estudado.

<b>Nº</b>	<b>Descrição</b>
<b>Operação da Pesagem da Borracha:</b>	
1)	Preparação da Borracha;
2)	Corte da Borracha;
3)	Pesagem da Borracha;
4)	Transporte da Borracha;
5)	Limpeza do local;
<b>Operação da Pesagem da Carga Branca:</b>	
6)	Preparação da Carga Branca;
7)	Pesagem da Carga Branca;
8)	Transporte da Carga Branca;
9)	Limpeza do local;
<b>Operação da Pesagem Negro de Fumo:</b>	
10)	Preparação do Negro de Fumo;
11)	Pesagem do Negro de Fumo;
12)	Transporte do Negro de Fumo;
13)	Limpeza do local;
<b>Operação do Bambury:</b>	

14)	Setup do Bambury;
15)	Operação do Bambury;
16)	Limpeza do Bambury;
<b>Operação do Cilindro:</b>	
17)	Setup do Cilindro;
18)	Operação do Cilindro;
19)	Controle da Qualidade;
20)	Transporte da massa;
21)	Limpeza do cilindro;
<b>Operação da Extrusora:</b>	
22)	Setup da Extrusora;
23)	Operação da Extrusora;
24)	Controle da Qualidade;
<b>Operação da Embalagem:</b>	
25)	Embalagem;
26)	Visualização da qualidade;
27)	Transporte.

Quadro 7 – Etapas para levantamento de perdas

Fonte: o autor

**Perdas**

Para facilitar o entendimento, a seguir estão descritos alguns exemplos de perdas que foram identificadas em cada etapa do processo, seguindo o que foi realizado no levantamento *in loco*, com posterior marcação na matriz com os seus respectivos tipos de perdas.

A forma de levantamento das perdas se deu através da observação de cada uma das tarefas e tentativa de identificação de um determinado tipo de perda, seguindo a relação de perdas conforme exposta na seção 4.4.

**Operação da Pesagem da Borracha:**

- 1) Preparação da Borracha: movimentação do colaborador até o local onde está estocada a borracha e transporte até a guilhotina para o corte;
- 2) Corte da Borracha: ajustamento da guilhotina para a realização do corte conforme especificação da fórmula. A medição dos pedaços cortados ocorre

intuitivamente pelo colaborador, não possuindo um molde ou gabarito, sendo que o pedaço cortado pode ter ficado acima da tolerância ou abaixo desta;

- 3) Pesagem da Borracha: ocorre a geração de refugos de material, devido ao fato da medição ocorrer de forma intuitiva;
- 4) Transporte da Borracha: carregamento em um carrinho e transporte até a próxima operação;
- 5) Limpeza do local: limpeza do local após o corte do material ou conforme necessidade, se caracterizando por ser um trabalho em vazio.

#### **Operação da Pesagem da Carga Branca:**

- 6) Preparação da Carga Branca: movimentação do colaborador pegando o material necessário para a pesagem ou repondo as matérias primas faltantes;
- 7) Pesagem da Carga Branca: o peso pode passar do máximo, sendo necessário retirar material; enquanto o colaborador se ocupa com outras funções, a máquina utilizada permanece ligada. A pesagem deve seguir uma formulação, o colaborador carrega o material em um recipiente e despeja no saco onde está colocando as cargas, não tendo um recipiente com métricas;
- 8) Transporte da Carga Branca: carregamento em um carrinho e transporte até a próxima operação;
- 9) Limpeza do local: limpeza do local após o corte do material ou conforme necessidade, se caracterizando por ser um trabalho em vazio.

#### **Operação da Pesagem do Negro de Fumo:**

- 10) Preparação do Negro de Fumo: o colaborador necessita buscar material para realizar as pesagens e trocar o indicador da formulação;
- 11) Pesagem do Negro de Fumo: o peso de cada saco com o material pode ficar acima ou abaixo do que é estabelecido na formulação, resultando na necessidade de correção. Há derramamento de material devido ao manejo do recipiente utilizado para pegar o material;

- 12) Transporte do Negro de Fumo: empilhamento dos sacos no mesmo carrinho que a borracha e a carga branca, transportando o material até a próxima etapa;
- 13) Limpeza do local: é o material que dá a cor característica da borracha e, como é um pó, a limpeza é necessária, se caracterizando por ser um trabalho em vazio.

#### **Operação do Bambury:**

- 14) Setup do Bambury: tempo em que a máquina fica sem produzir aguardando o início da próxima operação. A máquina permanece em atividade e, por ser de grande porte, gera perdas de consumo de energia;
- 15) Operação do Bambury: é necessário que o operador realize o controle da mistura da massa (através da temperatura, pressão etc.), e faça a pesagem do óleo, que também pode passar do máximo estabelecido pela formulação; em casos de má mistura da massa, pode ocorrer a necessidade de repetir o processo. É na operação que será realizada a mistura dos materiais, se algum dos componentes estiver contaminado, vencido, etc., pode comprometer o rendimento da massa.
- 16) Limpeza do Bambury: por ser uma máquina grande, que realiza a mistura da matéria prima, esta atividade toma bastante tempo; se caracterizando por ser uma operação em vazio.

#### **Operação do Cilindro:**

- 17) Setup do Cilindro: tempo em que a máquina fica sem produzir aguardando a próxima massa para iniciar sua operação. Mesmo não produzindo ela permanece em atividade, desperdiçando energia;
- 18) Operação do Cilindro: é necessário parar diversas vezes a operação do cilindro para ajustamento da enroladora, que é um acoplamento da operação da máquina. Retira-se tiras da massa para verificar se está devidamente misturada, caso negativo, permanecendo mais tempo no cilindro para melhor misturar a massa ou é aberto um RNC;
- 19) Controle da Qualidade: levantamento da homogeneidade do material, buscando-se caroços ou massa vulcanizada, que afetará no rendimento da operação da extrusora;

- 20) Transporte da massa: transporte da massa até a operação da extrusora por uma distância de em torno de 30 metros, utilizando uma empilhadeira;
- 21) Limpeza do cilindro: operação de limpeza da máquina, operação que pode ocorrer entre massas dos Bambury, ou seja, a máquina permanece ligada.

#### **Operação da Extrusora:**

- 22) Setup da Extrusora: desmontagem da matriz, limpeza da massa que estava na máquina, preparação da matriz, montagem da matriz, alimentação da extrusora e primeiros testes até ajustar velocidade de extrusão, velocidade da rosca, velocidade do túnel de vulcanização e etc.;
- 23) Operação da Extrusora: velocidade pode ser necessariamente reduzida devido a problemas com massa, também levando em consideração a imposição de uma velocidade elevada para a operação da máquina. Com a matriz, ocorre seguidamente a necessidade de correções de velocidade para ajustar as dimensões do perfil produzido;
- 24) Controle da Qualidade: constante medição para verificar se o perfil está sendo produzido conforme determinação do cliente e da engenharia da empresa.

#### **Operação da Embalagem:**

- 25) Embalagem: necessidade de realizar uma embalagem mais forte. Normalmente ocorre quando a quantidade produzida é maior;
- 26) Visualização da qualidade: há uma inspeção visual no perfil, para verificação se há algum corte, se a dimensão está fora do estabelecido, etc.;
- 27) Transporte: transporte até o local de armazenamento da borracha.

O Quadro 8 é uma síntese dos tipos de perdas identificados no processo produtivo do item 14697, para cada uma das operações que este item passa até a sua embalagem. Retomando a Seção 3.2, o item 14697 é um item utilizado na montagem das guarnições moldadas que são utilizadas para a fixação das janelas nos ônibus, principal segmento de atuação da organização. O item 14697 tem o custo de produção elevado, já que sua composição carrega grande quantidade de matéria-prima.

Em suas linhas estão cada uma das etapas, já nas colunas estão descritos os tipos de perdas conforme o autor Yamashina (1996 *apud* POSSAMAI, 2002, p.29). Na última coluna de cada uma das linhas estará apresentado o total de perdas identificadas, para cada operação. Já na última linha de cada coluna, estará apresentado o somatório do tipo da perda identificada em todo o processo. Estes dados de total de perdas identificadas por tipo e por operação, são importantes para uma posterior análise.



	OPERAÇÕES	TIPOS DE PERDAS																
		Falhas em equip.	Setup	Troca de lâminas e gabaritos	Acionamento	Operações em vazio	Velocidade	Defeitos e retrabalho	Controle	Desligamento	Movimento	Desorg. das linhas	Falha logística	Medições e ajustes	Desperdício de energia	Rendimento de material	Molde, ferramenta e gabarito	Total
BORRACHA	Preparação da Borracha									X								1
	Corte da borracha		X					X					X				X	4
	Pesagem da borracha							X					X	X			X	4
	Transporte da borracha									X								1
	Limpeza do local					X												1
CARGA BRANCA	Preparação da Carga Branca									X								1
	Pesagem da Carga Branca							X					X	X			X	4
	Transporte da Carga Branca									X								1
	Limpeza do local					X												1
NEGRO DE FUMO	Preparação do Negro de Fumo									X								1
	Pesagem do Negro de Fumo							X					X	X			X	4
	Transporte do Negro de Fumo									X								1
	Limpeza do local					X												1
BAMBURY	Setup do Bambury		X			X								X				3
	Operação do Bambury							X	X				X		X			4
	Limpeza do Bambury					X								X				2
CILINDRO	Setup do cilindro		X			X								X				3
	Operação do Cilindro				X			X										2
	Controle da qualidade								X							X		2
	Transporte da massa									X								1
	Limpeza do cilindro					X								X				2
EXTRUS.	Setup da extrusora		X		X								X	X				4
	Operação da Extrusora				X		X						X	X	X	X		6
	Controle da qualidade								X				X					2
EMBAL.	Embalagem							X	X				X					3
	Visualização da qualidade								X									1
	Transporte									X								1
<b>TOTAL</b>		0	4	0	3	7	1	7	5	0	8	0	0	9	9	3	5	

Quadro 8 - Matriz das Perdas  
Fonte: o autor

Analisando o Quadro 8, observa-se que os tipos de perdas com maior incidência são os das operações em vazio, defeitos e retrabalhos, movimentos, medições e ajustes e também o desperdício de energia. Já a operação com maior quantidade de perdas identificadas é a Operação da Extrusora. Outro ponto que deve ser destacado é o fato que todas as operações apresentam algum tipo de perda, indicando que há espaço para aumentar a eficiência produtiva.

Esta Matriz de Perdas demonstra que tanto o gargalo do processo produtivo analisado, quanto o recurso restritivo de capacidade, que deveriam ser as atividades com maior eficiência dada sua capacidade produtiva ser inferior às demais, estão entre as que apresentam a maior quantidade de perdas identificadas no processo, recomendando a necessidade de a organização rever seus processos buscando uma maior eficiência.

## 6.7 ATIVIDADES AGREGADORAS DE VALOR E NÃO AGREGADORAS

Após o levantamento das origens de perdas que podem ser encontradas no processo produtivo analisado e de posse dos tempos de produção que foram tomados no trabalho de campo, é importante a identificação de quais destas atividades são consideradas como agregadoras de valor ou não. Desta forma, novamente o esforço de elaboração de propostas de melhorias poderá ser melhor alocado e o resultado, conseqüentemente, poderá ter um maior impacto na organização. A caracterização de uma atividade como agregadora ou não agregadora está descrita na Seção 4.12, no capítulo da Revisão Teórica.

O Quadro 9 apresenta as atividades agregadoras e não agregadoras de valor.

Número da operação	Agrega Valor (minutos)	Não agrega valor (minutos)
1,2		1,00
3		4,84
4,5		6,00
6		2,08
7		19,35
8, 9		12,28
10		2,12
11		14,53
12, 13		5,00
14		5,17
15	48,08	
16		20,00
17		1,17
18	67	
19, 20, 21		9,02
22		10,00
23	146	
25, 26 e 27		3,00
<b>Total</b>	<b>261,08</b>	<b>115,56</b>
<b>Participação</b>	<b>69%</b>	<b>31%</b>

Quadro 9 - Atividades agregadoras e não agregadoras de valor

Fonte: o autor

Observando o Quadro 9, identifica-se que as atividades agregadoras correspondem a 69% do tempo gasto no processo produtivo, enquanto que as não agregadoras, 31%. Embora as atividades agregadoras tenham uma participação muito mais significativa, devemos destacar que somente três operações das vinte e cinco identificadas agregam valor, e a primeira surge somente após quatorze etapas terem sido concluídas. Outro ponto que deve ser destacado é o fato da operação da Pesagem da Borracha, apresentada no Quadro 9 com o de número três e sendo está justamente o RRC, estar entre as que não agregam valor. Isto demonstra que, além do fato dela contribuir para um desbalanceamento do fluxo de produção, ela é uma atividade que não realiza alteração alguma no produto.

Em contrapartida, a operação número 23, que é a Operação da Extrusora, se apresenta como gargalo do processo produtivo, porém diferentemente da operação RRC, a Operação da Extrusora é uma das atividades que agregam valor.

## 7 PROPOSTA DE MELHORIAS

Levando-se em consideração os levantamentos realizados anteriormente que visavam, através do estudo científico, apresentar as características do processo produtivo do item analisado, conseguiu-se realizar o levantamento das propostas de melhorias que seguem.

### **1º Ampliação da capacidade de produção da extrusora**

Esta ampliação de capacidade é decorrente do fato de a extrusora se caracterizar como o gargalo do processo produtivo, com somente 2,27 Kg/min de capacidade de processamento. Embora este valor corresponda a uma eficiência de 89,37%, conforme dados apresentados no Quadro 6, a capacidade é consideravelmente inferior a outras operações, não levando-se em consideração a operação RRC.

Esta ampliação de capacidade pode ocorrer através da compra de uma nova máquina mais moderna e precisa, ou simplesmente na modificação da atual, para que ela tenha uma velocidade de rosca mais elevada. A primeira opção tem um custo de em torno de R\$ 400.000,00, já a segunda fica em torno de R\$ 10.000,00.

O primeiro valor é originado a partir do que é praticado no mercado, já o segundo é uma estimativa baseada na opinião de profissionais consultados da empresa analisada.

### **2º TRF para reduzir o *setup* da extrusora**

Parafrazeando Goldratt (2002) no livro *A Meta*, todo tempo perdido no gargalo não impacta somente a operação, mas o processo como um todo. A empresa deve reduzir ao mínimo o tempo gasto na troca de ferramental da operação da extrusora, por ser a operação com a menor capacidade produtiva, minimizando assim o *setup*, que é uma atividade não agregadora de valor, que onera o produto e reduz sua competitividade no mercado.

A implantação de um sistema de troca rápida de ferramentas terá um custo estimado em R\$ 15.000,00, já que o cabeçote da máquina é relativamente grande e

sofre grande pressão. O valor do investimento pode ser revisado, ainda mais se a primeira proposta de melhoria for levada em consideração, já que com uma máquina com maior capacidade de produção, o sistema deve ser mais robusto.

Este valor de investimento é estimado baseando-se na opinião de profissionais consultados que atuam na empresa.

### **3º Investimento em equipamento de controle de dimensões por infravermelho**

A empresa não pode tolerar que perdas ocorram durante a operação do gargalo, pois o custo da perda de material será muito superior do que em qualquer outra etapa do processo. Atualmente o controle das dimensões é feito com a utilização de um paquímetro, que pode ser digital ou não, expondo o produto a variações na exatidão da medida, assim como há controle de medidas que não ocorre de forma contínua, pois o mesmo operador que realiza o controle de qualidade é o operador da máquina.

O investimento em um controle de dimensões por infravermelho pode aumentar de forma considerável a qualidade do produto final, liberando o colaborador desta tarefa e, de quebra, gerando um banco de dados que a organização pode utilizar em estudos de alteração de formulação, velocidade de extrusão e assim por diante.

Estima-se que o investimento necessário ficaria em torno de R\$ 10.000,00. Este valor é baseado em orçamentos realizados pela empresa para aplicação do controle em outras operações.

### **4º Ampliar a capacidade da pesagem da borracha**

A operação da pesagem da borracha é a segunda com a menor capacidade produtiva, possuindo um tempo de ciclo de 2,44 Kg/min, sendo que a sua diferença para a operação da extrusão, que possui um tempo de ciclo de 2,27 Kg/min, é de somente 0,17 Kg/min. A ampliação da capacidade de produção não necessariamente demandará investimento, mas somente uma alteração na forma como a tarefa é conduzida no Setor de Misturas. Podemos observar, na Figura 9, que as operações de Pesagem do Negro de Fumo, Pesagem da Carga Branca e Pesagem da Borracha ocorrem em paralelo, sendo que as duas últimas são realizadas por somente um operador, conforme consta no Quadro 3.

Outro dado importante para a análise é que a capacidade de processamento da operação, não levando em consideração atividades que não estejam de alguma forma alterando o produto, aumenta em mais de 100%, passando de 2,44 Kg/min para 4,95 Kg/min, o que demonstra um grande espaço para melhorias. Para ampliar a capacidade produtiva da operação da Pesagem da Borracha pode-se realizar a operação entre dois operadores.

### **5º Criação de um gabarito no processo de corte da borracha**

A maneira como atualmente o processo de corte ocorre é de forma intuitiva pelo colaborador, o que gera diversas perdas por defeitos e retrabalhos, que não podem ocorrer visto que a operação possui uma capacidade de processamento próxima à do gargalo do processo.

Diante disso, a organização pode elaborar uma guia para auxiliar no processo de corte da borracha pelo operador; que já poderia marcar os pontos nos quais a borracha seria cortada, de forma que ela fique o mais próximo possível, ou pelo menos dentro das tolerâncias, do que é estabelecido na formulação.

O investimento nesta ferramenta é relativamente baixo, sendo que esta ferramenta pode ser criada pelos próprios mecânicos da organização.

### **6º Treinamento dos colaboradores e utilização para outras tarefas**

Observa-se que no Quadro 3, que há algumas operações, como a do Cilindro, que concentram três colaboradores, enquanto que outras com uma capacidade de processamento inferior, como a da Pesagem da Borracha e Extrusora conforme já citado, possuem somente um. Os colaboradores devem ser treinados para que possam auxiliar em tarefas de outras operações, o que pode acarretar na redução do tempo gasto em tarefas que não agregam valor.

### **7º Melhoria do layout da pesagem, reduzindo o tempo de transporte**

Uma das fontes de perdas das operações de Pesagem da Borracha e também Pesagem da Carga Branca, conforme o Quadro 8, é na movimentação que o colaborador responsável pelas operações tem que realizar.

Segue a Figura 12, apresentando como ocorre a movimentação do colaborador.

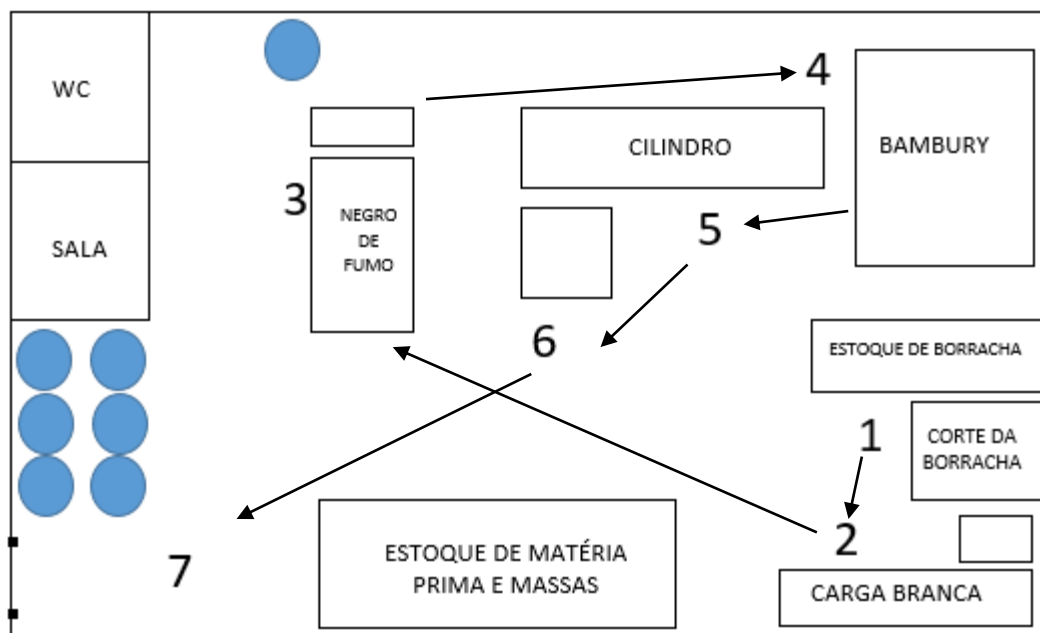


Figura 12 - Layout atual do setor de misturas

Fonte: o autor

As atividades executadas pelo colaborador são as de número 1, 2 e 3, com o transporte do resultado de cada operação até a quarta, que corresponde à operação do Bambury. Pode-se observar que o colaborador desenvolve a operação do corte, da carga branca, pegando o resultado dessas operações, transportando até a terceira operação, que é a do negro de fumo, carregando os sacos de material pesado nesta operação e transportando-os até a quarta operação; finalmente, retornando para o seu posto.

As perdas oriundas de movimentação são grandes, ainda mais que elas são oriundas de um colaborador responsável por uma etapa que se caracteriza por ter uma capacidade de processamento baixa, comparativamente às outras.

Segue a Figura 13, com a proposta de alteração visando uma provável redução da movimentação.



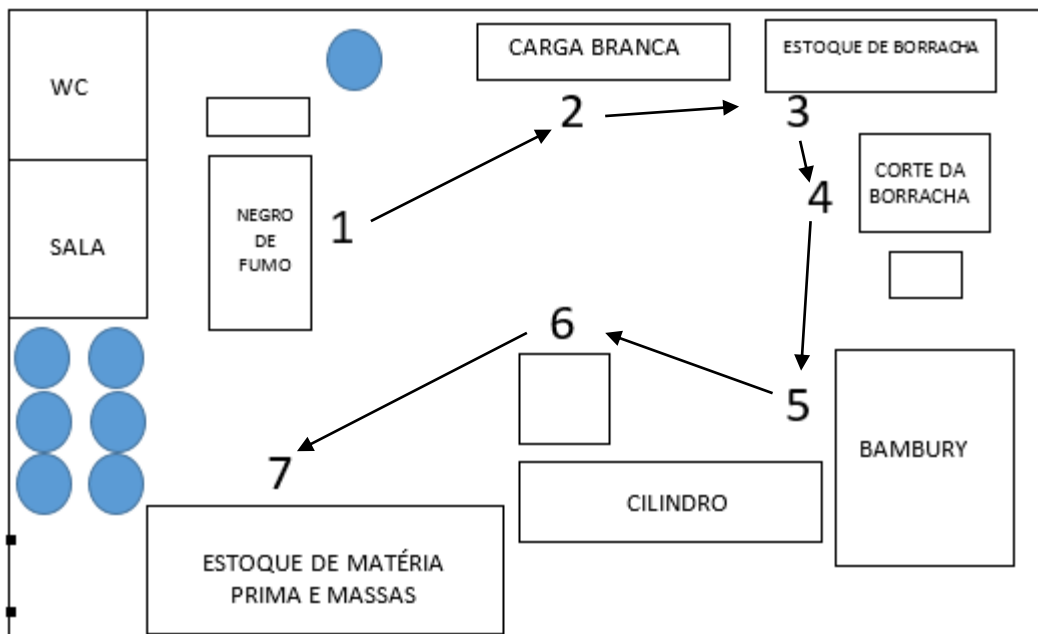


Figura 13 - Layout proposto para o setor das misturas

Fonte: o autor

Com o novo *layout*, a operação seguiria um fluxo mais natural, com a alteração da responsabilidade de recolhimento das pesagens realizadas na operação da carga branca e corte da borracha passando para o colaborador responsável pela operação do negro de fumo. Embora a modificação demande grandes investimentos para a empresa, visto o porte de algumas das máquinas, a organização estará operando de forma mais racional.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho partiu da problemática que uma indústria de borrachas enfrenta passando por momentos de queda de atividade fabril, queda em índices de confiança do empresariado e a necessidade que esta organização possui para manter as suas atividades funcionando de forma eficiente. Mais especificamente, o presente trabalho teve como objetivo a análise do processo produtivo do item 14697 nesta indústria de borrachas, com o estudo deste processo a partir do mapeamento do processo, tomada de tempos, identificação de colaboradores envolvidos, levantamento do *lead time*, cálculo do tempo de ciclo de cada uma das operações, assim como da capacidade teórica, identificação dos recursos gargalos e restritivos de capacidade, cálculo da eficiência produtiva, identificação de perdas no processo e atividades agregadoras e não agregadoras de valor, culminando com a elaboração de proposta de melhorias que levam em consideração os dados levantados ao longo do trabalho.

Como principal resultado, pode-se destacar a identificação do gargalo e recurso restritivo de capacidade, que segundo os dados levantados possuem capacidades de processamento muito inferiores, comparativamente às demais operações, o que limita a competitividade da organização, onerando o processo como um todo devido ao desbalanceamento, impedindo que a produção flua mais perfeitamente. Esta informação, alinhada com as propostas de melhorias elaboradas, é de suma importância para a organização poder tomar uma decisão de investimento com embasamento em metodologia científica, o que reduz a incerteza em momentos de contenção de gastos. Tratando do cunho acadêmico, este trabalho permitiu a inserção do aluno e acompanhamento *in loco* do funcionamento de uma indústria, gerando oportunidades de comparação entre o conhecimento aprendido em sala de aula e o que é aplicado no dia a dia, assim como a reflexão acerca do papel do profissional Administrador na área de operações de uma empresa, como este pode se fazer relevante para a empresa.

Como limitações da pesquisa, cita-se a localização da empresa ser em Caxias do Sul, o que dificultou um acompanhamento mais presente e intenso por parte do

pesquisador, assim como o desaquecimento do mercado, que impediu a tomada de tempos da operação em maior quantidade. Também pode ser citada como uma limitação o fato da identificação das perdas dispostas no Quadro 8 ter um caráter mais subjetivo, ou seja, se outra pessoa realizar o mesmo trabalho, poderá julgar que existam outras perdas diferentes das que foram encontradas quando o trabalho foi realizado.

Como sugestão de trabalhos futuros, o presente trabalho permite que se dê a sequência na análise de outros itens que são relevantes para a organização, permitindo assim expandir para outros produtos a *expertise* e métodos utilizados aqui, ganhando em escala e aumentando a eficiência da organização. Outra abordagem que poderia ser utilizada é a da quantificação financeira de cada uma das perdas identificadas no trabalho. O estudo para implantação do indicador de eficiência do valor agregado poderia se tornar útil para a organização possuir uma outra visão sobre o seu processo, que permitisse identificar quais atividades são mais relevantes no processo produtivo, o que pode auxiliar na priorização de alocação de recursos e esforços.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; PELLEGRIN, Ivan de; KLIPPEL, Marcelo; BORTOLOTTI, Pedrol. **Sistema de Produção: Conceitos e Práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 328 p.

BIZAGI. **Bizagi BPM Software**. Disponível em: <<http://www.bizagi.com/en>>. Acesso em: 01 mar. 2015.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N. **Just in Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p.

COSTA, A. A. V. **O papel da função produção nas definições estratégicas adotadas pelas empresas**, 1999. Disponível em: [www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0413.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0413.PDF). Data de acesso: 25 de abr. 2015

COSTA, Eugênio Pacceli; POLITANO, Paulo Rogério. Modelagem e Mapeamento: técnicas imprescindíveis na gestão de processos de negócios. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Enegep**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1 - 10. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_496\\_11484.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_496_11484.pdf)>. Acesso em: 30 maio 2015.

CSILLAG, J. M; NETO, T. C. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil**, 1998. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/2971>. Acesso em: 04 abril 2015.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B.. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 598 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A meta: Um processo de aprimoramento contínuo**. 2. ed. rev e ampl. São Paulo: Nobel, 2002.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. As empresas são grandes coleções de processos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 6-19, 2000. Acesso em: 20 maio 2015.

HÖRNIG, Gabriela. **Identificação e redução de perdas em processo da indústria calçadista segundo conceitos do sistema Toyota de produção**. 2008. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

KAYSER, Detlev. **Identificação e redução de perdas segundo o sistema Toyota de produção: um estudo de caso na área de revestimento de superfícies**. 2001. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARIANO, Enzo B. Conceitos básicos de análise de eficiência produtiva. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14, 2007, Bauru. Simpósio. Bauru: **Simpep**, 2007. p. 1 - 12. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/257397765\\_Conceitos\\_Bsicos\\_de\\_Analise\\_de\\_Eficiência\\_produtiva](http://www.researchgate.net/publication/257397765_Conceitos_Bsicos_de_Analise_de_Eficiência_produtiva)>. Acesso em: 18 ago. 2015.

MARTINS, Petronio G; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

MICHAELIS. **Dicionário de Português Online**. 2009. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=eficiencia>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lupes. **Manutenção: Combate aos custos da não-eficácia a vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books, 1993. 373 p.

PAGLIUSO, Tadeu. **O que não se mede não se gerencia**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/rede-de-blogs/blog-do-management/2012/10/24/o-que-nao-se-mede-nao-se-gerencia/>>. Acesso em: 05 maio 2015.

PANIAGO, Argélio Lima. **Kaizen - implementação na indústria de autopeças: Resultados na redução das perdas na área produtiva**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

POSSAMAI, Roberto José. **A implantação da metodologia TPM num equipamento piloto na Adria Alimentos do Brasil Ltda**. 2002. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PRATES, Caroline Chagas. **Aumento de eficiência no processo de produção de uma indústria eletrônica: Um estudo de caso**. 2010. 62 p. TCC (Graduação) - Curso de Administração de Empresas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010

SANTOS, Rildo F. **Mapeamento e modelagem de processos de negócios com BPMN**. 2009. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/Ridlo/mapeamento-e-modelagem-de-processos-de-negocio-com-bpmn>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

SELIG, Paulo Mauricio; POSSAMAI, Osmar; KLIEMANN NETO, Francisco José. A interrelação entre a capacidade e a melhoria do valor de uma empresa. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 4., 1995, Campinas. **Congresso**. Campinas: Unicamp, 1995. p. 1 - 13.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero**: O sistema Shingo para melhorias contínuas. Tradução de: Lia Weber Mendes. Porto Alegre: Bookman, 1996. 380 p.

SINBORSUL. **Cenário do setor – 2014: avaliação do setor de borracha do Rio Grande do Sul**. Disponível em: [http://www.sinborsul.com.br/content/informativo\\_economico.php](http://www.sinborsul.com.br/content/informativo_economico.php). Acesso em: 27 de mar. 2015.

SLACK, N; CHAMBER, S; JOHNSTON, R. (1997). **Administração da Produção**. Tradução Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo, 2009. 703 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Alan. **Gerenciamento de operações e de processos**: Princípios e práticas de impacto estratégico. Tradução de: Luiz Cláudio de Queiroz Faria; revisão técnica: Rogério Garcia Bañolas 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 567 p.

VALLE, Rogério; OLIVEIRA, Saulo Barbará de (Org). **Análise e modelagem de processos de negócio**: Foco na notação BPMN. São Paulo: Atlas, 2013. 202 p.

VILCKAS, Mariângela; NANTES, José Flávio Diniz. **Agregação de valor**: uma alternativa para a expansão do mercado de alimentos orgânicos, 2007. Disponível em: [http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/43728/2/\(02\)%20Artigo%2007.290.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/43728/2/(02)%20Artigo%2007.290.pdf). Data de acesso: 19 de maio. 2015