



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**UMA ABORDAGEM DA FUNÇÃO DE CUSTOS DA  
QUALIDADE PARA UMA INDÚSTRIA DE VASSOURAS PET**

*Juliana Soares Curce*

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

UMA ABORDAGEM DA FUNÇÃO DE CUSTOS DA QUALIDADE  
PARA UMA INDÚSTRIA DE VASSOURAS PET

**Juliana Soares Curce**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.  
Orientador(a): Prof. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

**Maringá - Paraná  
2015**

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso aos meus pais e minha irmã, que sonharam comigo cada um destes dias.*

*“Aplique seu coração ao ensino e os ouvidos às palavras do conhecimento” Pr 23:12*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por cumprir planos em minha vida maiores e melhores que posso imaginar. Pelo privilégio de ser entendida, sustentada. Sempre tive certeza de que não seria malograda minha esperança, que o Pai sabe dar bons presentes aos seus filhos e que traria comigo os meus molhos.

À minha família: pai, mãe e Isa. Vocês me apoiaram em amor, graça e oração. Nada disso seria possível se vocês não tivessem me ensinado a ser resiliente, se não tivessem compreendido, comigo, que os desafios me constroem e que não olhar para trás diante do novo, não muda o meu infinito amor por vocês. E ao Caio, nosso novo integrante; te recebemos com muita alegria.

Aos tios, tias, primos. Obrigada por compreenderem minha ausência nos aniversários, almoços, e outros momentos felizes, mas especialmente; por compreenderem minha ausência nos momentos não tão felizes assim em que não pude estar perto para dar um beijo e um abraço apertado.

Um carinho especial ao vô Rubens e vó Dete, que sempre expressaram o maior orgulho de ter, veja só, uma neta engenheira. Ao tio Anízio, tia Meire (*in memoriam*), Fran e Fer que foram um comigo na maratona de vestibulares.

Aos Nês (tio Ronan, tia Cláudia, Ju, Bia e Lola), por me permitirem estar em suas vidas, colocar o pé no sofá, abrir a geladeira e caminhar lado a lado. Vocês são sempre tão sensíveis às minhas necessidades e momentos que só posso acreditar que é o próprio Espírito Santo usando a vida de vocês.

À Bruna, Felipe, Amanda e Luiz. Encontrei amigos de alma, de coração, de intenção, de razão. Vocês me fizeram acreditar que eram os melhores da UEM, que caminharmos juntos era melhor que separados, que Cálculo, Termodinâmica e Pesquisa Operacional podiam ser fáceis e que amizades iniciadas na universidade podiam, sim, serem para a vida. E eu acreditei!

À Marcela, Vanessa, Mariane e Gabi. Pela paciência e empenho em manter essa amizade há mais de doze anos, mesmo com minha ausência nos encontrinhos, natais, finais de semana no rancho, ou porque eu estava estudando ou porque estava em Maringá. Nada disso foi em vão!

Aos amigos araçatubenses: Gabi, Bel, Driana, Lucas, Virgínia, Marcos, e Alice. Pela amizade, cumplicidade, orações, e por não terem deixado o tempo e distância nos afastarem. Vocês são demais!

Às amigas maringaenses Pri e Gra. Obrigada por me oferecerem uma amizade leve, que me aproximasse da vontade de Deus; pelos almoços e conversas; por me ajudarem na mudança e por me receberem em suas casas. Minha gratidão sempre!

À todos os amigos que fiz na UEM, principalmente à turma 31 - 2011/2015, e ao pessoal do grupo de estudo “Cumbuca” (Murilo, Everton, Adaías, Bruna). Essa troca de conhecimento e experiências foi um privilégio.

À Cá, Camis, Drizi, Lê, Ari, Ândrea, Bia, Ju Maciel, Ju Kamada. Não existe nada mais íntimo que morar com alguém e vocês conseguiram me aguentar! Dividimos opiniões, fizemos debates, discutimos, entramos em acordo, rimos e cuidamos umas das outras. Obrigada por essa experiência e amizade!

À Dona Tereza e Célia (e família) que cuidaram de mim nos primeiros anos em Maringá e não deixaram que eu ficasse desamparada.

À célula INA-Maringá. Em especial aos pastores Sérgio e Dália (*in memoriam*), Renata e Renato: o amor de vocês me constrange. Claudinha, Rafa, Ester e Ana: vocês não imaginam como eu aprendi com vocês, é muita sabedoria e amor por servir. Helena, Thiago, Yasmin e Laura, vocês foram além de qualquer limite conhecido, vocês cuidaram, se empenharam, gastaram tempo e recursos com alguém que não sabe se um dia vai poder recompensá-los. Isto é amor, isto é comunhão, isto é corpo de Cristo.

Aos amigos da CEA que permaneceram comigo nestes cinco anos. Vocês são parte da minha família e extensão da minha casa.

Aos amigos de projeto de pesquisa: Syntia, Salete, Evelyn, Gustavo, Carlos, Ageu. Com vocês aprendi, ensinei, cresci como profissional e pessoa. Este trabalho jamais seria realizado sem a colaboração de vocês.

Aos professores Edwin, Gilberto, Márcia e Pedro. Nenhum profissional tem tanto poder de marcar alguém pelo seu trabalho como o professor. Vocês são exemplos da profissional que eu quero me tornar: ética e apaixonada pelo que faz. Obrigada pela amizade e por terem sempre portas abertas para mim.

À todas as pessoas que, injustamente, não tenha citado, mas que me ajudaram, oraram por mim, me encorajaram, colaboraram com este trabalho.

Meu coração é só gratidão a todos vocês!

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso usa a metodologia de pesquisa ação para compreender e intervir nas atividades de uma indústria de vassouras de garrafas PET, utilizando o sistema de gestão *Total Quality Management* (TQM) que preocupa-se em reduzir custos, especificamente os referentes à falta de qualidade de processos e produtos.

Todo produto é resultado de um processo, e então, para se elevar a qualidade deste produto é necessário elevar a qualidade dos processos. Neste sentido, um dos objetivos do TQM é decidir quais processos precisam produzir melhores resultados, focando essencialmente nos problemas pouco vitais que têm maior impacto sobre o processo (SHIBA, 1997)

Este trabalho de conclusão de curso utilizou o modelo de TQM denominado WV de melhoria contínua para conduzir os trabalhos realizados e para delimitar cada uma das etapas e ferramentas que serviram como base para aplicar as melhorias consideradas relevantes para a empresa.

As ferramentas e práticas utilizadas durante o desenvolvimento deste trabalho buscaram converter os resultados em valores monetários que facilitassem a compreensão da direção de empresa estudada. Dentre elas: diagnóstico (mapas do processo produtivo, SIPOC), proposta de melhorias mecânicas (desenvolvimento de novos dispositivos), análise de investimento (*Payback* Descontado), estudo da função de custos da qualidade.

O principal resultado do trabalho é a proposta de um sistema de controle de custos da qualidade baseado nos desperdícios do sistema produtivo de uma pequena empresa de vassouras de garrafa PET.

Palavras-chave: Função de Custos da Qualidade; *Total Quality Management*; Modelo WV de Melhoria Contínua.

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	15
1.1	Contextualização.....	15
1.2	Definição e delimitação do problema.....	16
1.3	Justificativa.....	16
1.4	Objetivos.....	18
1.4.1	Objetivo Geral.....	18
1.4.2	Objetivos Específicos.....	18
1.5	Método de Pesquisa.....	18
1.6	Estrutura.....	21
2	Revisão da Bibliografia.....	22
2.1	Gestão da Qualidade Total.....	22
2.2	Custos da Qualidade.....	25
2.3	Medição de Desempenho Sobre Custos da Qualidade.....	31
3	DESENVOLVIMENTO.....	35
3.1	Descrição da Empresa.....	35
3.2	Proposta de Implantação de Melhorias.....	37
3.3	Construção do Processo de Melhoria Proativa.....	39
3.4	Definição do Foco do Trabalho.....	42
3.4.1	Primeiro Ciclo de Melhoria.....	43
3.4.2	Segundo Ciclo de Melhoria.....	46
3.5	Definição dos Desperdícios da Qualidade do Processo.....	47
3.5.1	Ciclo de Melhoria de Controle da Qualidade.....	48
3.6	Função dos Custos da Qualidade.....	56
3.6.1	Fatores Determinantes nos Custos de Qualidade.....	62
3.7	Proposta do Sistema de Indicadores para a Qualidade.....	66
4	CONCLUSÃO.....	72
4.1	Considerações Finais.....	72
4.2	Limitações do Trabalho.....	73
4.3	Trabalhos Futuros.....	73
5	Referências.....	74

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Consumo de fio de PET em 2013 – Dados da Empresa

Figura 2: Passos da Pesquisa Ação

Figura 3: Trilogia Juran

Figura 4: Modelo WV

Figura 5: Modelo Tradicional de Custos da Qualidade

Figura 6: Modelo de custos da Qualidade

Figura 7: Modelo Dinâmico de Custos da Qualidade

Figura 8: Produção 2014

Figura 9: Vendas 2014

Figura 10: Fluxograma das Atividades do Trabalho

Figura 11: Modelo WV para o Problema Analisado

Figura 12: Melhoria Proativa

Figura 13: Produção total 2013 a 2014

Figura 14: Venda total 2013 a 2014

Figura 15: Tendência de Produção e Vendas 2013 e 2014

Figura 16: Melhoria Reativa

Figura 17: Melhoria de Controle

Figura 18: Tela Antiga

Figura 19: Proposta Nova Tela

Figura 20: comparação entre Dispositivos

Figura 21: Estratificação MP de Fabricação

Figura 22: Estratificação MO Indireta

Figura 23: Estratificação Mão de Obra Direta

Figura 24: Custo Indireto de Fabricação

Figura 25: Mapeamento do Processo Produtivo de Vassourão

Figura 26: Mapeamento do Processo Produtivo de Vasouras

Figura 27: Mapa de Fluxo de Valor para Vassourão

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características da Pesquisa Ação Prática

Quadro 2: Relação entre etapas do trabalho, metodologia de pesquisa e objetivos do trabalho

Quadro 3: Sete desperdícios da qualidade

Quadro 4: Modelos de Custos da Qualidade

Quadro 5: Indicadores de Custo da Qualidade

Quadro 6: Modelos de Gestão de Indicadores de Desempenho

Quadro 7: Principais indicadores da produção

Quadro 8: Exemplos de Indicadores de Custo da Qualidade

Quadro 9: Outras Informações do MFV

Quadro 10: Diário de Contas

Quadro 11: Resultados Indicador Produção

Quadro 12: Resultados Indicador de Venda

Quadro 13: Formulário para POP

Quadro 14: Balanceamento

Quadro 15: POP

Quadro 16: Dados para Payback Descontado

Quadro 17: Levantamento Custo da Mão de Obra

Quadro 18: Custo MO por produto

Quadro 19: Rateio Custos Indiretos

Quadro 20: Cálculo da Depreciação

Quadro 21: Ficha técnica dos Produtos

Quadro 22: Diferença entre Preço Praticado e Preço Real- Produção

Quadro 23: Diferença entre Preço Praticado e Preço Real – Revenda

Quadro 24: Indicador de Produção

Quadro 25: Indicador de Vendas

Quadro 26: Indicador de Equilíbrio Produção x Vendas

Quadro 27: Indicador de Satisfação dos Clientes

Quadro 28: Indicador Interno de Desperdício

Quadro 29: Ficha para Mapeamento

Quadro 30: SIPOC

Quadro 31: Descrição de Gastos

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPET – Associação Brasileira da Indústria do PET

ASQ – *American Society of Quality*

BSC – *Balanced Score Card*

CQ – Custos da Qualidade

PET – Politereftalato de Etileno

POP – Procedimento Operacional Padrão

GPEQ – Grupo de Pesquisas em Engenharia da Qualidade

SIPOC – *Supplier, Input, Process, Output*

TQM – *Total Quality Management*

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

As embalagens PET (Politereftalato de Etileno) são uma das responsáveis pelo grande volume nos lixões e aterros sanitários, bem como pela contaminação do solo. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), o Brasil produziu 572 kt de PET em 2011 e há projeção de que esse número, em 2016, seja de 840 KTon, um aumento de 229% em relação ao ano de 2000. Da produção de 2011, apenas 294 KTon foi reciclado (51%) e os outros 49% não reciclados foram alocados inadequadamente em lixões, aterros sanitários, nas ruas e na natureza.

Estes dados revelam a importância de inovação em atividades industriais que somem e contribuam com o desempenho destes índices, por questões econômicas, ambientais e sociais, em que o reaproveitamento deste material é de extrema relevância.

O ramo de atuação da empresa estudada está no final da cadeia produtiva de embalagens, principalmente no ciclo final do produto, reaproveitando as embalagens para dar outra destinação: confecção de vassouras de garrafas PET.

O principal objetivo deste trabalho é analisar o setor de produção de uma microempresa que fabrica vassouras de garrafas PET, sob a ótica dos custos da qualidade envolvidos no processo, por meio de estudo e análise dos custos, mais especificamente aqueles advindos da falta de qualidade de produtos e processos. O resultado é a formulação de uma função que seja responsável por controlar, de forma genérica, os custos da qualidade de pequenas empresas do mesmo segmento.

Além disso, reduzir desperdícios do setor produtivo (*Lean Manufacture*), melhorar a tecnologia de processos de fabricação, adequar métodos de trabalho (Engenharia de Segurança e Qualidade do Produto) e buscar inovações no processo de fabricação de vassouras e vassourões para uso doméstico, industrial e público, produzidas a partir do reaproveitamento de garrafas plásticas do tipo PET promovendo o desempenho competitivo, colaborando para as esferas: ambiental, social e econômica.

As melhorias esperadas com a implementação deste projeto, aliadas as mudanças nos métodos de trabalho, poderão trazer maior eficiência dos operadores, bem como segurança na

realização do trabalho, alcançando assim uma redução dos custos de produção, o que tornará o produto mais competitivo no mercado.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

Em 2014, a empresa estudada retirou mais de 300 mil garrafas do meio ambiente, com o apoio de entidades sociais localizadas em um raio de aproximadamente 70 km da cidade de Maringá/PR.

Algumas atividades que são parte integrante do processo produtivo são terceirizadas para entidades de cunho social, como o corte de embalagens, fabricação do fio de PET, a amarração de fios em tufo, e a tufagem de cepas. Todas as etapas de produção, com seus principais processos podem ser identificados no Apêndice 1.

Este trabalho utiliza como objeto de análise, o “Vassourão de 40 cm”, que além de representar a maior porcentagem de vendas e produção da empresa, 51% e 53%, respectivamente, é o produto que passa por todos os processos produtivos da empresa, e os benefícios alcançados por este trabalho, tendo ele como base, conseqüentemente será repassado aos outros produtos.

Desta forma, este trabalho responsabiliza-se por estudar maneiras sistemáticas de reduzir os desperdícios envolvidos nos processos de produção, orientado segundo os conceitos das subáreas da Engenharia de Produção: “Engenharia da Qualidade”, “Engenharia Econômica” e “Engenharia do Produto”.

Assim, o desempenho do processo produtivo adota a Teoria dos Custos da Qualidade para fabricar utilizando menos recursos, reduzindo custos e aumentando a margem de lucro.

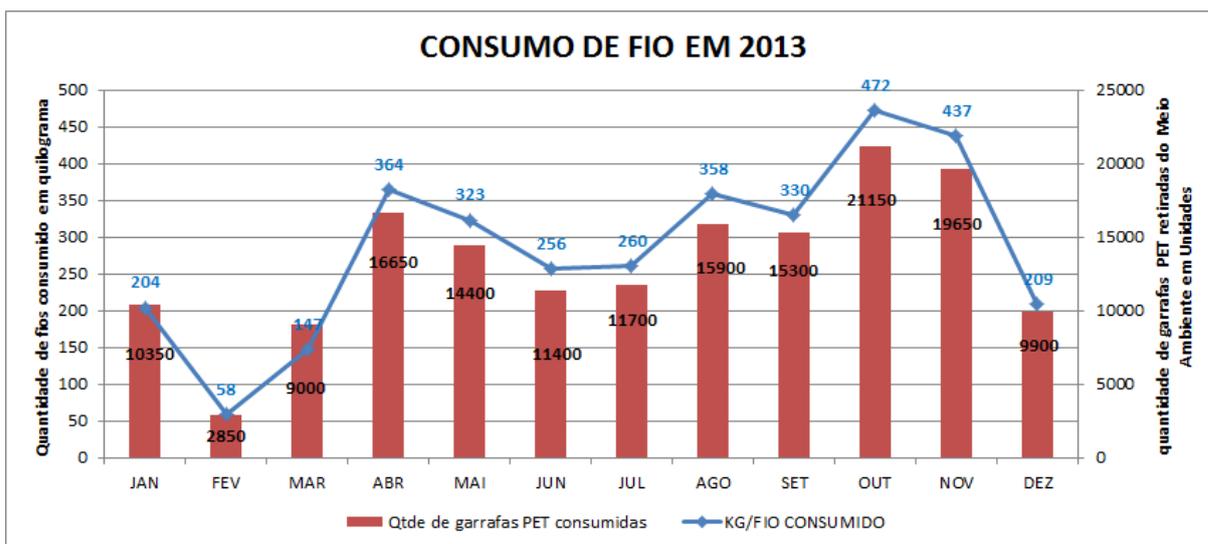
## **1.3 Justificativa**

Este projeto está inserido no ciclo final da cadeia produtiva de embalagens PET, que reaproveita embalagens de garrafas de 2L para produção de vassouras e vassourões. A indústria de produtos sustentáveis envolve uma extensa cadeia produtiva formada por grandes indústrias do setor petroquímico, fábricas de embalagens, indústria de refrigerantes, óleos comestíveis, água, sucos, indústria de coleta (prefeituras, cooperativas) e recicladores. É um setor que vem crescendo com uma taxa de 2% ao ano, conforme dados da ABIPET.

A partir deste trabalho é possível promover o desenvolvimento tecnológico, a inovação e a qualidade dos produtos e processos industriais, e consecutivamente, de toda a cadeia de suprimentos. Então, melhorar as condições de trabalho e aumentar da competitividade da empresa do estudo, analisando custos referentes à falta de qualidade. Além disso, as melhorias incorporadas ajudam a reduzir os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de embalagens PET.

A partir do histórico de consumo de matéria-prima no processo produtivo da empresa no ano de 2013, é possível ilustrar a quantidade de garrafas PET retiradas do meio ambiente em unidades/mês e a quantidade de fios de plástico produzido de garrafas PET (Kg/mês), totalizando mais de 300.000 garrafas PET retiradas do meio ambiente.

Figura 01: Consumo de fio de PET em 2013 – Dados da Empresa



A correta destinação de cada uma dessas garrafas é uma atitude que permite incentivar a indústria de reciclagem e garante o desenvolvimento de novos produtos no Brasil.

Dados coletados durante esta pesquisa e que podem ser vistos nos Apêndices 1 e 2, mostram que para a produção de aproximadamente 30 vassourões (10,8 kg de fio) são desperdiçados cerca de 2,395 kg de fio, que equivale a R\$ 19,16. Para a produção de 74 vassouras (15,32 kg) foram desperdiçados 2,828 kg de fio (R\$ 23,05).

Tendo em vista que o fio é a principal matéria prima do produto, o impacto dos desperdícios de todas as matérias primas, somado a processos e tarefas desnecessários, maquinário dispendioso, má alocação de mão de obra, estoque intermediário, falta de padrão

de produtos e processos, entre outros desperdícios, é alto, aumenta o custo do produto final e torna o preço do produto menos atrativo para o consumidor.

Para isto, torna-se viável a identificação, mensuração e monitoramento dos principais custos da qualidade e desperdícios do processo produtivo, de maneira que o custo final do produto seja reduzido significativamente, o desempenho do setor de vendas aumente, o produto chegue ao consumidor final mais rapidamente e a um preço que ele esteja disposto a pagar, seja confiável e de qualidade assegurada.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho é desenvolver um sistema de controle de custos da qualidade baseado nos desperdícios do sistema produtivo de uma pequena empresa de vassouras de garrafa PET.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- A. Construir revisão de literatura que contemple os temas centrais do projeto: Gestão Total da Qualidade, custos da qualidade e gestão visual;
- B. Implantar sistema de indicadores de desempenho de custos da qualidade e inovações tecnológicas que permitam reduzir custos da qualidade;
- C. Mapear e reduzir os custos da qualidade no processo produtivo;
- D. Formular função quantitativa que demonstre o quanto (medida financeira) a empresa gasta em atividades que não agregam valor ao produto final que possa ser utilizada pela empresa estudada e por outros do mesmo setor.

## **1.5 Método de Pesquisa**

Pesquisa ação é um método de pesquisa qualitativo para abordagem de problemas, tendo base empírica, isto é adquirido com a prática, e sendo construído com ações para resolução de um problema, em que a ação por si só é apresentada em forma de transformação de um sistema e gera um conhecimento crítico (MIGUEL *et al.*, 2010).

A pesquisa ação visa compreender e intervir na situação, buscando melhorá-la. O conhecimento advém da finalidade de alterar a situação pesquisada. Concomitantemente, são

conduzidos o diagnóstico e a análise de uma situação proposta, oferecendo ao objeto estudado e aos sujeitos envolvidos mudanças (SEVERINO, 2012).

Bryman (1989) *apud* Miguel *et al.* (2010), acrescenta que a pesquisa ação tem uma abordagem social e é concebida pelo pesquisador e pelo “cliente” de maneira colaborativa com a finalidade de desenvolver um diagnóstico para resolução de problemas, em que os resultados obtidos contribuem para o conhecimento empírico de ambos. O pesquisador, mais especificamente, é ativo na identificação, acompanhamento e avaliação do problema e da ação implantada.

Esta pesquisa será do tipo “pesquisa ação prática”, com suas características mostradas no Quadro 01.

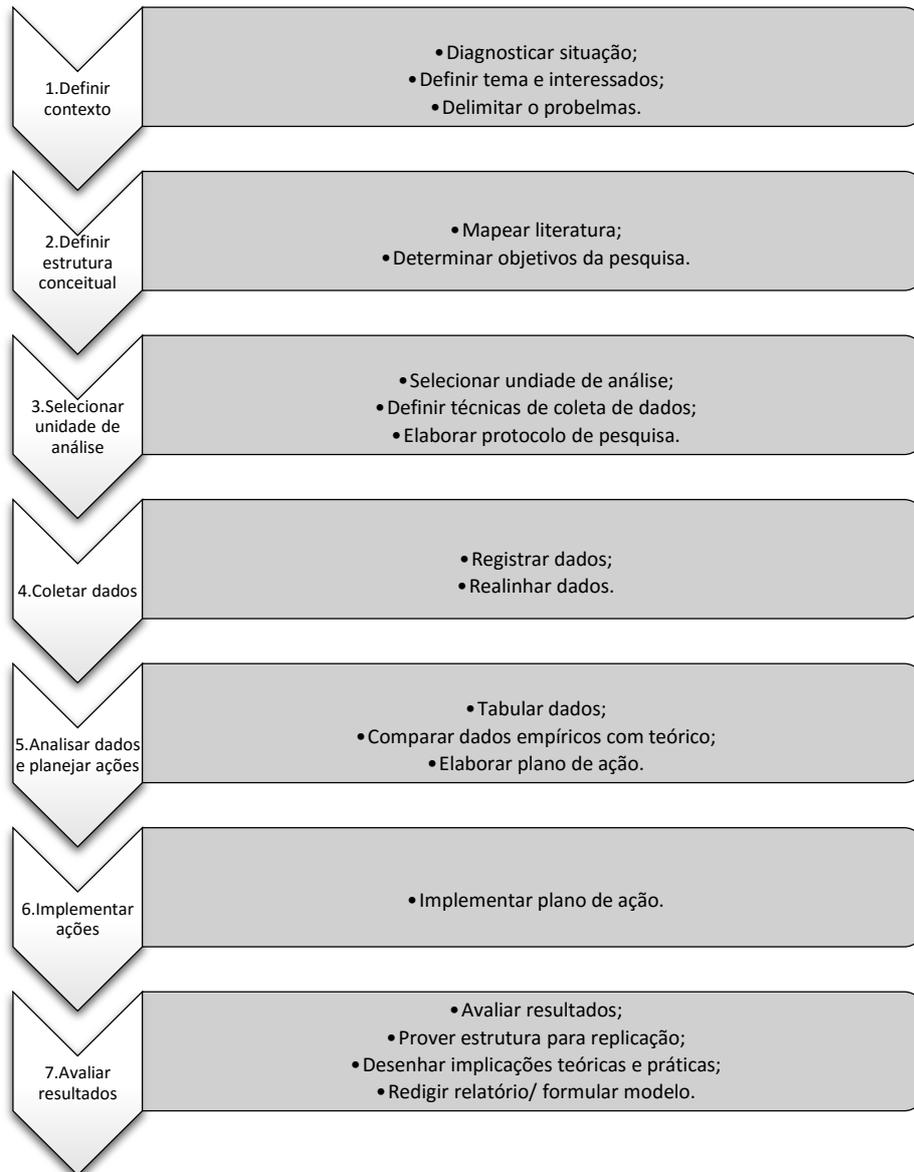
Quadro 01: Características da Pesquisa Ação Prática

Tipo	Objetivo	Papel do Pesquisador	Relacionamento entre pesquisador e participantes
Prática	<p>Compreensão dos praticantes.</p> <p>Transformação de consciência.</p> <p>Eficácia/Eficiência da prática profissional.</p> <p>Desenvolvimento profissional.</p>	<p>Encoraja a participação e autorreflexão.</p> <p>Escolhe e protege as mudanças feitas.</p>	<p>Cooperação (consultoria de processo).</p>

Autor: Adaptado de Miguel *et al.*, 2010.

A pesquisa ação pode ser considerada uma variação do estudo de caso, mas o pesquisador interfere no objeto de estudo, enquanto no estudo de caso o pesquisador é apenas observador. Todas as suas etapas estão estruturadas na Figura 2.

Figura 02: Passos da Pesquisa Ação



Fonte: Miguel *et al.* (2010).

Este trabalho de conclusão de curso, especificamente, foi conduzido seguindo as seguintes etapas lógicas, mas não necessariamente sequenciais:

- Diagnóstico Organizacional: mapeamento dos processos de produção, de fluxo de valor e SIPOC de todo o processo produtivo interno da empresa, utilizando *softwares*;
- Definição de método de custeio utilizado e coleta de dados;
- Análise do diagnóstico organizacional e demais dados coletados, com base nos conceitos da metodologia *Lean Manufacture*, e no método de custeio escolhido;

- d) Implantação de indicadores de desempenho de produção e financeiro;
- e) Implantação de melhorias e inovações tecnológicas que visem a mitigação dos desperdícios, e diminuição dos custos da falta de qualidade de produtos e processos.

O Quadro 2 demonstra como é a relação entre as etapas do trabalho, os passos da metodologia de pesquisa (pesquisa ação) e os objetivos específicos do trabalho. As macro-etapas do trabalho foram denominadas: planejar (P), analisar (A), implantar (I), modelar custos da qualidade (CQ). Os passos da metodologia de pesquisa podem ser encontrados na Figura 2, e os objetivos específicos na seção 1.4.2.

Quadro 02:Relação entre etapas do trabalho, metodologia de pesquisa e objetivos do trabalho

ETAPAS	PASSOS	OBJETIVO
P	1	C
	2	A
	3	C
	4	A, C, D
A	5	A, B, C, D
I	6	B
CQ	7	D

## 1.6 Estrutura

Os próximos capítulos deste trabalho são: Revisão de Literatura, Desenvolvimento e Conclusão. Na Revisão de Literatura são expostos os temas centrais deste trabalho (Gestão Total da Qualidade, Custos da Qualidade e Medição de Desempenho Sobre Custos da Qualidade), destacando como a teoria trata estes assuntos; no Desenvolvimento, a forma como o trabalho foi conduzido e as ferramentas de apoio para sua realização são demonstradas; na Conclusão há a finalização do trabalho, destacando seus principais resultados, contribuições e propostas para continuidade desta pesquisa.

## 2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

### 2.1 Gestão da Qualidade Total

A globalização dos mercados e do comércio e o desenvolvimento de novas tecnologias assumem papel principal nas mudanças ocorridas na indústria, aumentando a competitividade entre as empresas, e exigindo que as novas demandas do consumidor fossem incorporadas nas organizações como requisitos básicos de projetos, produtos e processos.

A atenção tradicional dada aos custos de produção, lucros e eficiência não são mais diferenciais de uma indústria, mas para que uma organização sobreviva a essa avalanche de novas atribuições, estratégias devem ser criadas para gerar um potencial competitivo.

Diante disso, o consumidor não se dispõe a pagar por atividades que não agregam valor ao produto (atrasos, retrabalhos, movimentação), ou pela ineficiência dos processos de negócio, pressionando as empresas a reduzir seus custos e melhorar continuamente a qualidade de suas operações (CUSIN *et al.*, 2011).

Qualidade é um termo abstrato, abrindo margem para diferentes interpretações. Autores clássicos da qualidade como Juran (1997), Crosby (1990) e Demming (1990) descrevem, respectivamente, como “adequação ao uso”, “conformidade com requisitos” e “dependente de quem a avalia”, ou seja, diferentes clientes julgam de maneira diferente o mesmo produto.

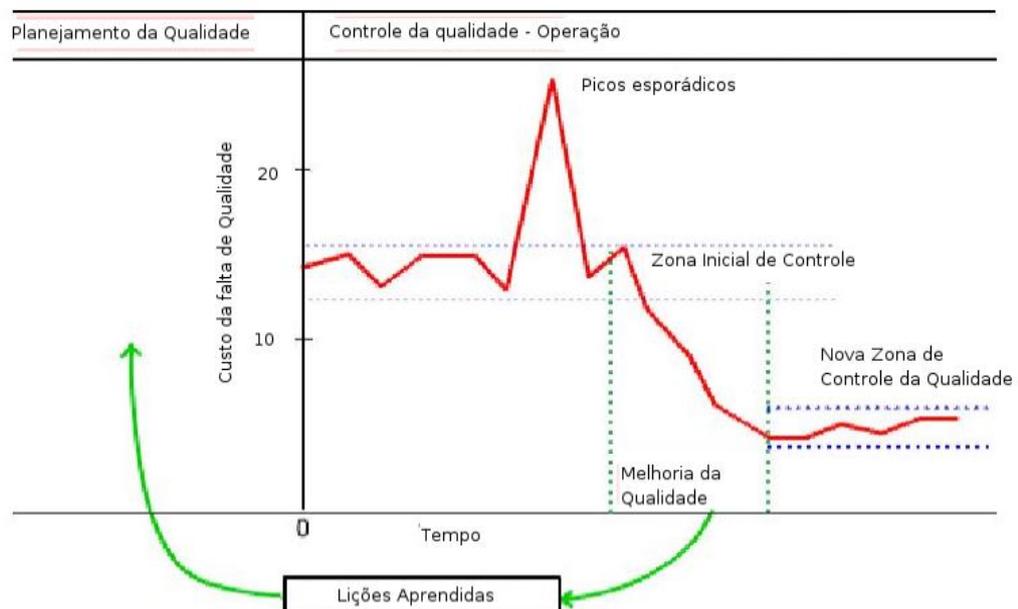
Independente da visão de qualidade que a empresa e o cliente adotam, a busca pelo aumento da qualidade e pela adoção desta filosofia devem ser incessantes, caso contrário, há falhas em produtos e processos, necessidade de reparos e adequações, que envolvem custos adicionais, diminuição dos lucros e insatisfação dos clientes (CUSIN *et al.*, 2011).

O *Total Quality Management* (TQM) é modelo responsável por gerir a qualidade dentro das organizações e preocupa-se em corresponder a todas expectativas e requisições dos clientes. Além disso, é dedicado à redução de custos, especificamente os referentes à falta de qualidade de processos e produtos. Neste modelo, é utilizado o diagrama de causa e efeito para avaliação e para entender esta relação causal entre todos os processos e pessoas da organização.

Juran (1997) propõe um conceito que exemplifica a aplicação da qualidade em todos os níveis da organização, utilizando três processos genéricos: planejamento, controle e melhoramento, que podem ser vistos na Figura 3.

À medida que valor é agregado ao produto (desde a fase de projeto), os processos se mostram incapazes de produzir um resultado totalmente satisfatório, por deficiências de qualidade. Por incapacidade de eliminar os desperdícios, o controle de qualidade é executado, apagando incêndios (picos esporádicos), e o custo da falta de qualidade chega a seu ponto máximo. Além disso, a trilogia demonstra que, com o passar do tempo, os desperdícios chegam a um nível abaixo do planejado, se percebidos como oportunidades de melhoria. O resultado da redução de deficiências é a redução do custo, melhor atendimento a prazos e aumenta da satisfação do cliente (JURAN, 1997).

Figura 03: Trilogia Juran



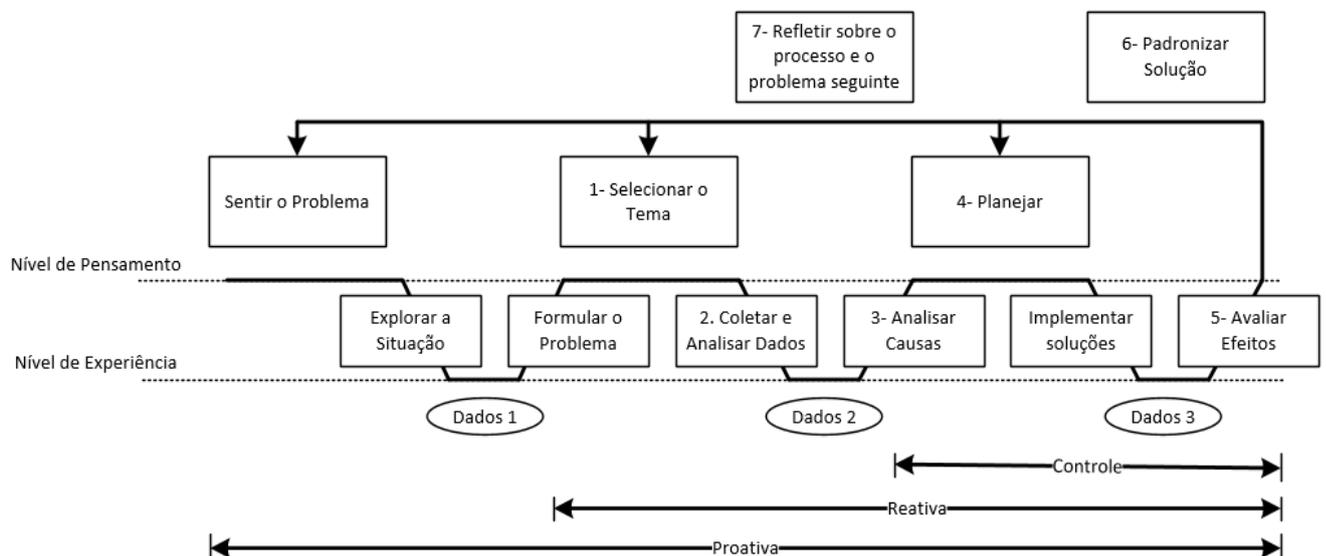
Fonte: JURAN, 1997.

Shiba (1997) relata que todo produto é resultado de um processo, e então, para se elevar a qualidade deste produto é necessário elevar a qualidade dos processos. Neste sentido, um dos objetivos do TQM é decidir quais processos precisam produzir melhores resultados, focando essencialmente nos problemas pouco vitais que têm maior impacto sobre o processo.

O mesmo autor propõe um modelo de melhoria contínua que valide o TQM, denominado WV (Figura 4). Neste modelo são considerados três estágios de melhoria da qualidade do processo, e o caminho entre estes estágios remete ao formato da letra “W”, em que não se deve ir para a etapa seguinte sem que a anterior seja concluída. Além disso, o modelo relaciona pensamento, experiência e três tipos de soluções de problemas: controle, reativa, proativa.

O controle (itens 4 a 6 da Figura 4) prevê que a empresa monitore o processo para garantir que esteja funcionando da forma adequada (padrão), e, caso não esteja, aplicar medidas que façam voltar ao limite determinado. A reativa (itens 1 a 7 da Figura 4) trata a melhoria de um processo ruim (não é bom o suficiente, há muitos pontos fora de controle), ou seja, deve-se encontrar causas raízes para os problemas e implantar soluções. Na melhoria proativa (ciclo completo) a empresa escolhe um rumo para a atividade de melhoria, partindo de uma noção geral de que há um problema, e então explora-se a situação, formula-se o problema e só então parte para os 7 itens descritos na Figura 4 (SHIBA, 1997).

Figura 04: Modelo WV



Fonte: SHIBA (1997)

A implantação de programas de melhoria que não estimam benefícios, gera investimentos sem impacto relevante para a linha de produção. Embora a qualidade seja amplamente discutida e reconhecida como vantagem competitiva, ainda, poucos gestores da alta administração das empresas se comprometem com esta visão (SCHIFFAUEROVA E THOMSON, 2006).

De acordo com Shingo (1996), nos sistemas de produção e operações é possível identificar sete tipos recorrentes de desperdícios, como pode ser encontrado no Quadro 3.

Quadro 3: Sete desperdícios da qualidade

<b>Desperdício</b>	<b>O que é?</b>	<b>Possível Solução</b>
Superprodução	Produzir produtos, serviços ou informações além do pedido pelo cliente	Troca Rápida de Ferramenta Sincronização Fluxo unitário Produção em pequenos lotes
Espera	Tempo que máquinas ou operadores ficam parados aguardando itens essenciais para uma tarefa	Uso de folgas Troca Rápida de Ferramenta
Transporte	Movimento de peças que não agregam valor	Melhoria de <i>Layout</i>
Processamento	Esforço ou tempo despendido além do necessário para realização de uma tarefa	Gerenciamento valor agregado
Estoque	Materiais ou produtos acabados que ficam armazenados, aguardando próxima tarefa	Produção em pequeno lote Ciclo de produção menores
Movimentação	Deslocamentos ou movimentos desnecessários de operários,	Melhoria de <i>layout</i> Melhoria nos movimentos
Produtos Defeituosos	Produtos que não atendam às especificações técnicas	Inspeção para prevenção Inspeção 100%

Fonte: SHINGO (1996)

## 2.2 Custos da Qualidade

À medida que um produto passa pelos processos de fabricação e valor é agregado a ele, o estudo dos custos da qualidade ganha importância para as empresas, pois custos da não qualidade podem tornar-se cada vez maiores se as falhas não são detectadas no início do processo ou não são prevenidas, até que os custos se tornam excessivos antes de chegar ao final da cadeia de suprimentos (SILVEIRA, 2011).

A maior parte das empresas considera que o preço de venda é determinado pelo somatório dos custos (incluindo custo da qualidade) e lucro: desta forma, quando os custos sobem, o preço de venda do produto aumenta também, para que a porcentagem de lucro não caia. No entanto, segundo Shingo (1996), esta lógica deve ser modificada, o preço de venda

deve ser determinado pelo mercado e os lucros são resultado da subtração do preço de venda e dos custos. Assim, para que as organizações aumentem seus lucros, invariavelmente as atividades de redução de custos devem ter a mais alta prioridade (Equação 01)

$$\text{Lucro} = \text{Preço de Venda} - \text{Custos} \quad (1)$$

O TQM enfatiza a importância da análise dos custos da qualidade nas empresas a partir de seus conceitos básicos, que são níveis de qualidade adotados, e caracterizam períodos de sua aplicação: adequação ao padrão, adequação ao uso, adequação ao custo, e adequação às necessidades latentes. A adequação ao custo significa custo baixo, e para que isto seja possível, sem que a qualidade do produto diminua, a variabilidade dos processos de produção deve ser reduzida, através da correção ao final de cada atividade, da inserção de inovações e do monitoramento de resultados (SHIBA, GRAHAM e WALDEN, 1997).

Custos da qualidade estão associados à definição, criação e controle da qualidade, no ambiente empresarial, além da avaliação, confiabilidade, segurança e atendimento de requisitos do cliente. Ou seja, são custos que cobrem todas as ações tomadas para prevenir defeitos ou que incorrem em resultados de falhas inesperadas, enquanto custos da má qualidade provêm de atividades para encontrar e corrigir defeitos que não existiriam se os processos e produtos fossem perfeitos. A forma correta de resumir o efeito das falhas e deficiências dos processos (custos com a má qualidade) é resumir os seus efeitos em valor monetário, incluindo os investimentos feitos para tornar produtos vendáveis e os desperdícios (FEIGEMBAUM, 1994; JURAN, 1997).

Segundo a *American Society of Quality* (ASQ, 1999), custos da qualidade não são o preço da criação de um produto ou serviço, mas da não criação de produtos e serviços de qualidade que precisam ser retrabalhados, retestados, corrigidos e reformulados, incluindo investimentos na prevenção de não conformidades e para atendimento de exigências dos consumidores. A soma dos custos de falhas internas, externas, avaliação e prevenção representa a diferença entre o custo real e o custo reduzido se não houvesse deficiências nos produtos.

Segundo Slack *et al.* (2002), a produção de uma organização deve desempenhar três papéis fundamentais: apoiar, implantar e impulsionar a estratégia empresarial e, para avaliar sua contribuição, cinco objetivos devem ser trabalhados com medidas de desempenho. São eles:

- Qualidade;
- Rapidez;

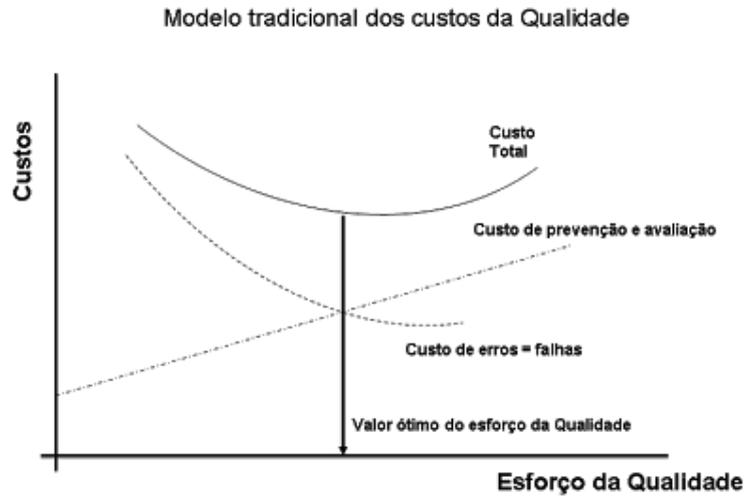
- Confiabilidade;
- Flexibilidade;
- Custo.

O termo custo da qualidade, de acordo com Juran (1991), pode ser classificado de duas maneiras: custo de conformidade e de não conformidade. O primeiro engloba custos com prevenção e avaliação; já custos de não conformidade subdividem-se em custos de falhas internas (refugo, retrabalho, estoques), custo de falhas externas (reclamações, devoluções, garantias). Bank (1998) acrescenta a estes, custos de oportunidade perdida e custo de exceder os requisitos. E Feigenbaum (1994) considera, também como custos da qualidade, custos de controle e custos de falhas de controle.

Os custos de prevenção podem incorporar custos com sistema de monitoramento de produção, com manutenção de máquinas e ferramentas, investigação e eliminação de causas de problemas chave. Custos de avaliação são custos de inspeção e os custos de reparação de sistema de medição. Custos de falhas internas são a probabilidade do processo produzir itens defeituosos quando os processos estão sob ou fora de controle. E custos com falhas externas é o custo com a manutenção de sistemas que medem o grau de insatisfação dos clientes e de devolução de produtos (CHANG, HYUN, PARK, 1996)

Além disso, na Figura 5, é possível verificar que o ponto ótimo do esforço da qualidade no custo total coincide com a intersecção da curva de custo de prevenção e avaliação e custo de falha, e após este ponto, a tendência é que custos de falhas caiam à medida que custos com prevenção cresçam a um limite desejável pela empresa para o custo total (SLACK, 2002).

Figura 05: Modelo Tradicional de Custos da Qualidade

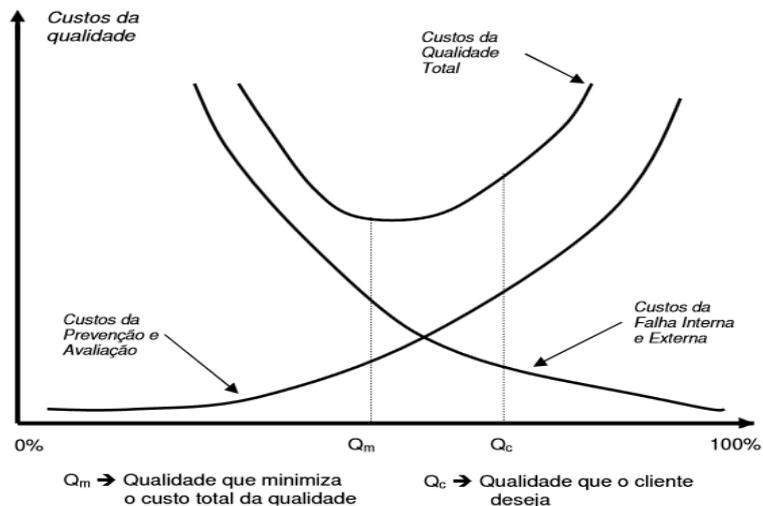


Fonte: SLACK (2002)

Os custos da qualidade, de acordo com Juran (1997), são parte integrante das principais metas de qualidade organizacionais, assim como desempenho do produto, desempenho competitivo, melhoramento da qualidade, desempenho de processos importantes. Esta meta deve incluir a redução de custos com a má qualidade, por meio de estimativas do custo total, e de desdobramento para todos os níveis hierárquicos, com respectivas cotas de redução.

A Figura 6, construída por Juran (1991), demonstra as curvas de custos da qualidade total (CQT), custos com prevenção (CP) e custos com falhas (CF). Para a curva de CQT o ideal é que esteja cada vez mais próxima curva de CP e não exista CF. A cada ação para redução de CF a qualidade que minimiza o custo da qualidade total deve se aproximar da qualidade que o cliente deseja.

Figura 06: Modelo de custos da Qualidade



Fonte: JURAN (1991)

Com relação a modelos de medição de custos da qualidade, segundo Schiffauerova e Thomson (2006), embora a maioria seja orientada para processos, os sistemas contábeis estabelecem custos por categorias e não por atividades. Além disso, outra dificuldade encontrada na implantação de modelos de custos da qualidade são sistemas contábeis que não geram relatórios com indicadores de qualidade adequados, mas apenas benefícios monetários resultantes da melhoria. O estudo de custos da qualidade e de modelos que permitam manter sob controle indicadores de custos são pouco visíveis, recebem pouca importância por estarem “diluídos” (escondidos) em outros tipos de custos. No entanto, poucos desvios ocasionados por estes custos podem determinar o sucesso de uma organização (SORQVIST, 1997, TATIKONDA e TATIKONDA, 1996).

Em uma revisão de literatura publicada por Schiffauerova e Thomson (2006), os autores elaboraram uma síntese dos principais modelos de custos da qualidade encontrados, em qual setor da indústria podem ser implantados, qual a base de cálculo. Estes modelos podem ser vistos no Quadro 4.

Quadro 04: Modelos de Custos da Qualidade

Sector da Indústria	Custos da Qualidade	Base de Cálculo	Referência
Eletrônicos	$CQ = P + A + CONC$	Porcentagem de <i>turnover</i>	Payne (1992)
Aeroespacial	$CQ = P + A + F$	Porcentagem do custo total de fabricação	Hosford e DAle (1991)
Tecnologia de Informação	$CQ = P + A + F$	Porcentagem de Vendas	Grocock (1980)
Maquinaria	$CQ = P + A + IF + EF$	Porcentagem de Unidades Vendidas	Kohl (1976)
Serviços Financeiros	$CQ = P + A + IF + EF$	Porcentagem de Despesa Operacional	Companella (1999)
<p>CQ = Custos da Qualidade  P = Prevenção; A = Avaliação; CONC = Custo Não Conformidade; F = (IF + EF) = Custo de Falha = (Falha Interna + Falha Externa)</p>			

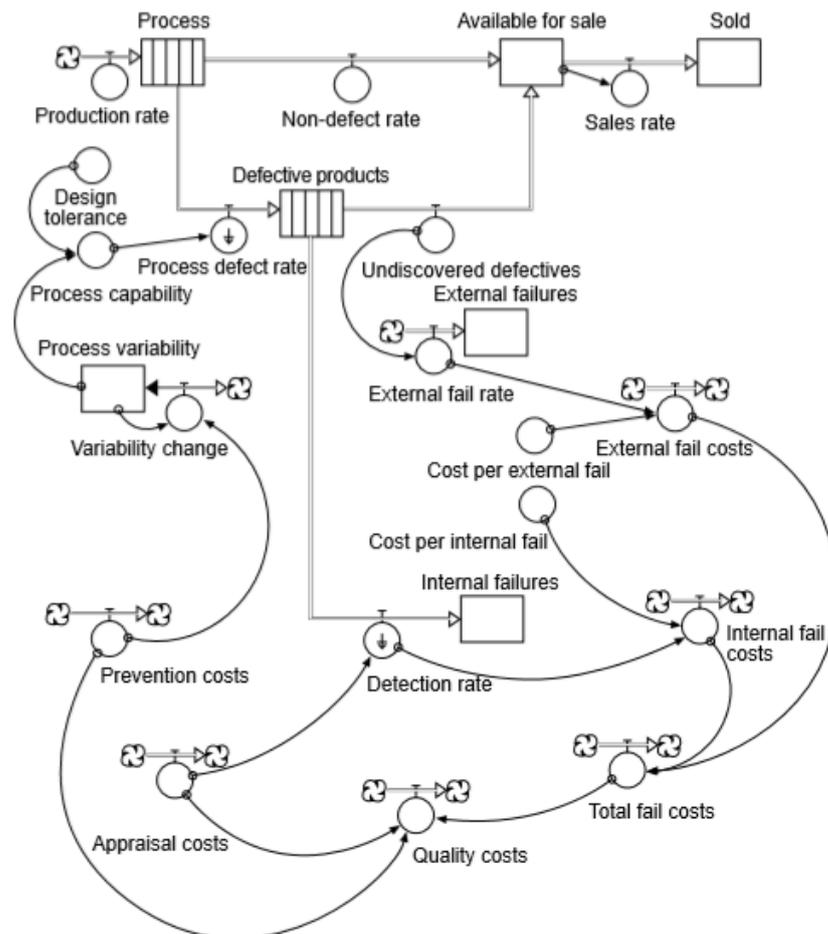
Fonte: SCHIFFAUEROVA E THOMSON (2006)

O Quadro 4 sugere, ainda, que há uma variação das porcentagens de mensuradas em diferentes empresas. Dentre os modelos analisados pelos mesmos autores, as bases de cálculos

mais utilizadas são a porcentagem do total de vendas, porcentagem do custo total de produção, do custo operacional, do total do custo do produto. Estes exemplos foram implantados em indústrias do setor indicado, e têm sido bem sucedidos em reduzir os custos da qualidade e na melhoria da qualidade para o cliente.

Burgess (1996) descreveu em seu trabalho o modelo dinâmico para custos da qualidade, utilizando o método PAF (Prevenção, Avaliação e Falha), altamente difundido na literatura. Este modelo concentrou-se nas dinâmicas internas de qualidade e conformidade dos custos da qualidade, representando a organização como um processo único que produz produtos defeituosos ou não. Alguns produtos com defeito são encontrados na atividade de avaliação (falha interna), outras fluem pelo processo e se tornam falhas externas quando chegam até o cliente final, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 07: Modelo Dinâmico de Custos da Qualidade



Fonte: BUGESS (1996)

A partir deste modelo, foi realizada uma simulação, pelo mesmo autor, para três anos, com análises trimestrais, quando já se pode captar mudanças na qualidade. Nesta simulação, utilizando *softwares* específicos, foi possível determinar quais são os valores ótimos de investimento em melhorias na prevenção, avaliação, e como alocar as despesas falhas que auxiliariam de maneira representativa a diminuição dos custos da não qualidade.

### 2.3 Medição de Desempenho Sobre Custos da Qualidade

Para garantir a efetividade das tarefas que envolvem a qualidade dos produtos, as empresas devem implantar sistemas de indicadores de desempenho que monitorem as metas estabelecidas que auxiliam a gestão da qualidade. Então, Cusin *et al.* (2011) sugerem indicadores para custos da qualidade, que pode ser visto no Quadro 5.

Quadro 05: Indicadores de Custo da Qualidade

<b>Indicadores</b>	<b>Fórmula</b>
Índice de falhas internas: mede o valor dos custos das falhas internas, em relação aos custos da produção.	$IFI = \frac{\text{valor das falhas internas}}{\text{total de custos da produção}}$
Indicador de retrabalho, em relação à mão de obra: mede percentual de quanto retrabalho foi feito em relação à mão de obra produtiva.	$IRM = \frac{\text{valor de retrabalho do mês}}{\text{custo de mão de obra total}}$
Indicador de sucata: mede o valor da sucata, em relação ao total de unidades produzidas.	$IS = \frac{\text{unidades de sucatas}}{\text{total de unidades produzidas}}$
Indicador de inspeção: mede o valor das horas de inspeção de produtos, em relação às vendas do período.	$II = \frac{\text{valor das horas de inspeção}}{\text{valor das vendas líquidas}}$
Índice de falhas externas: mede o valor dos custos de falhas externas, em relação ao valor das vendas líquidas.	$IFE = \frac{\text{valor das falhas externas}}{\text{valor das vendas líquidas}}$
Índice de satisfação dos clientes: mede o percentual de reclamações, em relação ao total de produtos vendidos.	$ISC = \frac{\text{reclamações e devoluções}}{\text{valor das vendas líquidas}}$

Fonte: CUSIN *et al* (2001)

Visando a efetividade do planejamento, controle e avaliação sistemática de indicadores de desempenho dentro da indústria, modelos propostos na literatura podem ser utilizados. No Quadro 6, um resumo com as principais características de modelos de gestão de indicadores de desempenho é apresentado.

Quadro 06: Modelos de Gestão de Indicadores de Desempenho

<b>Modelo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Categorias de Medidas</b>	<b>Avaliação Causa e Efeito</b>
BSC	Avaliar o cumprimento da missão e estratégia organizacional.	Financeira, clientes, processos internos, crescimento e aprendizagem.	Indicador de Tendência e de ocorrência
<i>Quantum</i>	Avaliar estratégia e resultados em todos os níveis da organização.	Custo, qualidade, tempo	Indicador de processo e <i>output</i>
TQM	Avaliar as necessidades e expectativas dos clientes.	Máquina, material, meio ambiente, mão de obra, medida, método, custo, qualidade, entrega, segurança, moral.	Indicador de verificação e controle

Fonte: NUINTIN (2007)

No *Balanced Scorecard* (BSC), criado por Kaplan e Norton (1997) os indicadores de desempenho são categorizados em: financeiro, cliente, processos internos, aprendizado e crescimento. Nos indicadores financeiros, é possível perceber se a execução da estratégia empresarial está contribuindo na geração de lucros, no retorno sobre o capital investido e no valor econômico agregado. Nos indicadores de perspectiva do cliente, há a medição de satisfação, retenção e lucratividade de clientes, auxiliando na identificação de mercados em que a empresa é competitiva. Os indicadores de processo interno medem os processos críticos que a empresa deve agir, como por exemplo o índice de acerto, desperdícios e retrabalhos. A perspectiva de aprendizado e crescimento busca diminuir a diferença entre o planejado e executado, do teórico e prático, criando novas competências e retendo talentos que sustentam as estratégias da empresa.

No modelo *Quantum*, criado por Hronec (1994), a alta direção das empresas é informada dos resultados dos processos de todos os níveis organizacionais, assim como o controle e melhoria das atividades (tempo *setup*, tempo ciclo, *lead time*), tendo como meta a satisfação do cliente, flexibilização organizacional e o lucro. Nele são considerados três categorias de medição: Custo, qualidade e tempo, desdobrados para os níveis estratégico, tático e operacional.

Além de implantar um sistema eficiente de gestão de indicadores de desempenho, para que as empresas se destaquem, elas devem identificar os custos ocultos que provocam o aumento do custo da produção e reduzem os lucros, atendendo a esse novo perfil de consumidor, que se não satisfeito, provoca publicidade desfavorável, devoluções de produtos e não se fidelizam com a organização. Para isto, o planejamento da qualidade de produtos e processos deve ser rigoroso e sistemático, a fim de que não haja falhas, criando um ciclo de melhoria contínua que reduza os desperdícios, perdas e refugos (CUSIN *et al.*, 2011).

Bond (2002), resumiu, como demonstrado no Quadro 7, quais são os mais importantes indicadores de desempenho para produção, e suas perspectivas.

Quadro 07: Principais indicadores da produção

		Áreas Chaves				
		Financeira	Clientes	Operações	Fornecedores	RH
Perspectivas	Custo	Taxa de redução de custos; Taxa de aumento de receita.	Taxa de defeitos na garantia.	Custo da não qualidade; Despesas indiretas; Custo unitário da produção.	Custo do fornecimento.	-
	Qualidade	-	-	Índice de rejeição.	Índice de Qualidade do fornecedor.	-
	Tempo	-	Disponibilidade; Taxa de pedidos perfeitamente atendidos.	<i>Lead time</i> total; Pontualidade.	-	-
	Produtividade	-	-	Eficiência do Ciclo de Produção.	-	Matriz de capacitação; Índice de satisfação funcionário; Deméritos.

Fonte: BOND (2002)

Sistemas de medição de custos da qualidade devem conter boas métricas como *feedback*, alternando entre métricas globais e detalhadas, e apesar de sua importância no cenário corporativo, estas métricas ainda são pouco utilizadas pelas empresas, e as que utilizam, não mostram como estes custos são incluídos ou excluídos no custeio e como são coletados (SCHIFFAUEROVA e THOMSON, 2006). Entretanto, os poucos trabalhos publicados, com dados empíricos, segundo os mesmos autores, indicam que há a diminuição dos custos de produção, quando a empresa começa a medir e controlar custos da qualidade de seus produtos e serviços.

No Quadro 8 são demonstrados alguns exemplos de métricas de custos da qualidade.

Quadro 08: Exemplos de Indicadores de Custo da Qualidade

Métricas Detalhadas	Métricas Globais
Custo de Ativos e Materiais	$\text{Retorno da Qualidade} = \frac{\text{Aumento Lucro}}{\text{Custo Programa de Melhoria Contínua}}$
Custo de Prevenção	$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{\text{entrada} - (\text{defeitos} + \text{retrabalhos})}{\text{entrada}}$
Custo de Avaliação	$\text{Qualidade do Processo} = \frac{\text{tempo disponível} - \text{tempo com retrabalho}}{\text{tempo disponível}}$

Fonte: Adaptado de SCHIFFAUEROVA e THOMSON, 2006

De acordo com Martins (2007) indicadores que informam custos da qualidade não diminuem os custos por si só. É preciso que haja projetos de melhorias, delegação de responsabilidades, investimentos no processo e remoção de causas.

Porém, para que sejam desenvolvidas melhorias confiáveis, com resultados sólidos, Juran (1991) identifica algumas premissas para avaliação e controle de custos da qualidade:

- Quantificar o tamanho do problema e identificar áreas com problemas não conhecidos;
- Identificar oportunidades de redução de custos de má qualidade;
- Identificar oportunidades de melhoria associadas à diminuição da receita de venda ou satisfação do cliente.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Descrição da Empresa

Desde 2005, a empresa fundada por dois sócios tem suas atividades voltadas para o reaproveitamento de garrafas PET para confecção de vassouras e vassourões. Este empreendimento nasceu a partir da preocupação dos empreendedores quanto ao volume elevado de garrafas descartadas pela sociedade e da dificuldade para reciclar esse tipo de embalagem, principalmente de refrigerantes, água, sucos e óleos comestíveis. Ou seja, a missão da empresa nasceu do interesse em encontrar uma maneira mais adequada para a disposição final da embalagem.

Apesar da garrafa PET ser inerte e, conseqüentemente, não gerar nenhum tipo de contaminação para o solo ou lençóis freáticos, é um produto responsável por saturar aterros sanitários e quando despejadas de forma irregular são responsáveis pelo entupimento de esgotos de várias cidades do Brasil. Além disso, é uma embalagem que, quando depositada no meio ambiente dura no mínimo 500 anos devido a sua composição extremamente resistente às variações climáticas de temperatura e umidade.

A indústria gera seis empregos diretos. Além disso, envolve mais de 81 pessoas que prestam serviços em parceria (entidades assistenciais e famílias carentes) com a empresa.

Com dados coletados *in loco*, construíram-se dois gráficos que mostram os resultados da produção e venda por modelo de produto no ano de 2014 (Figuras 8 e 9). As colunas representam a quantidade em unidades de produtos vendidos (frequência) e a linha indica qual a representatividade de cada um dos modelos no total (porcentagem acumulada).

Nas Figuras 8 e 9, observa-se, ainda, que 87% da produção é focada nos modelos: “Vassourão 40 cm”, “Vassoura Super” e “Vassoura Varre Mais”, em concordância com as vendas, em que 80% acontecem com os mesmos modelos de produtos e na mesma ordem decrescente da produção.

Outra questão que vale ser ressaltada é a quantidade total de produtos vendidos (8800 un) e a quantidade total de produtos produzidos (9875 un). A produção trabalhou de forma mais acelerada (12,2% a mais) que as vendas, gerando excedente de produtos que ficam estocados na empresa.

Figura 08: Produção 2014

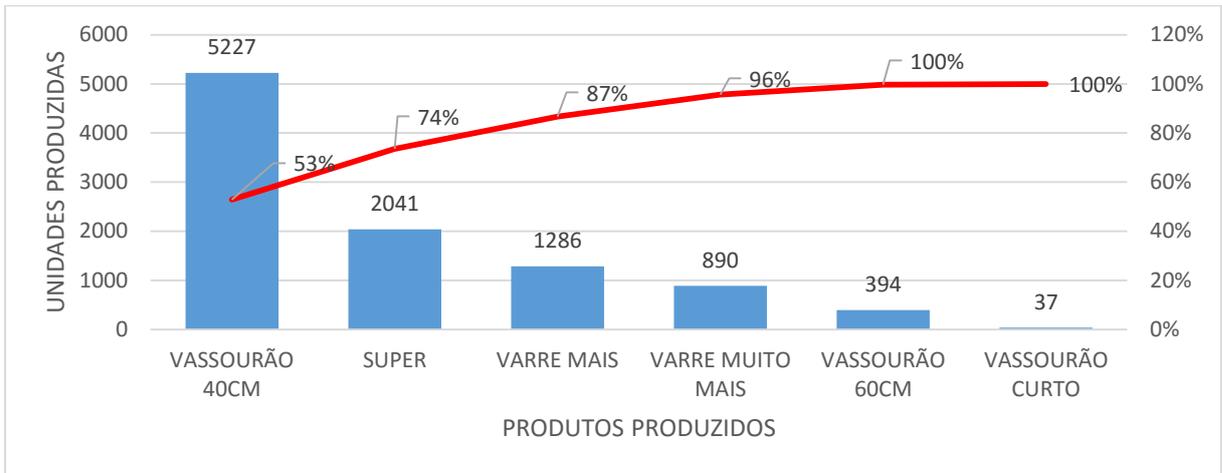
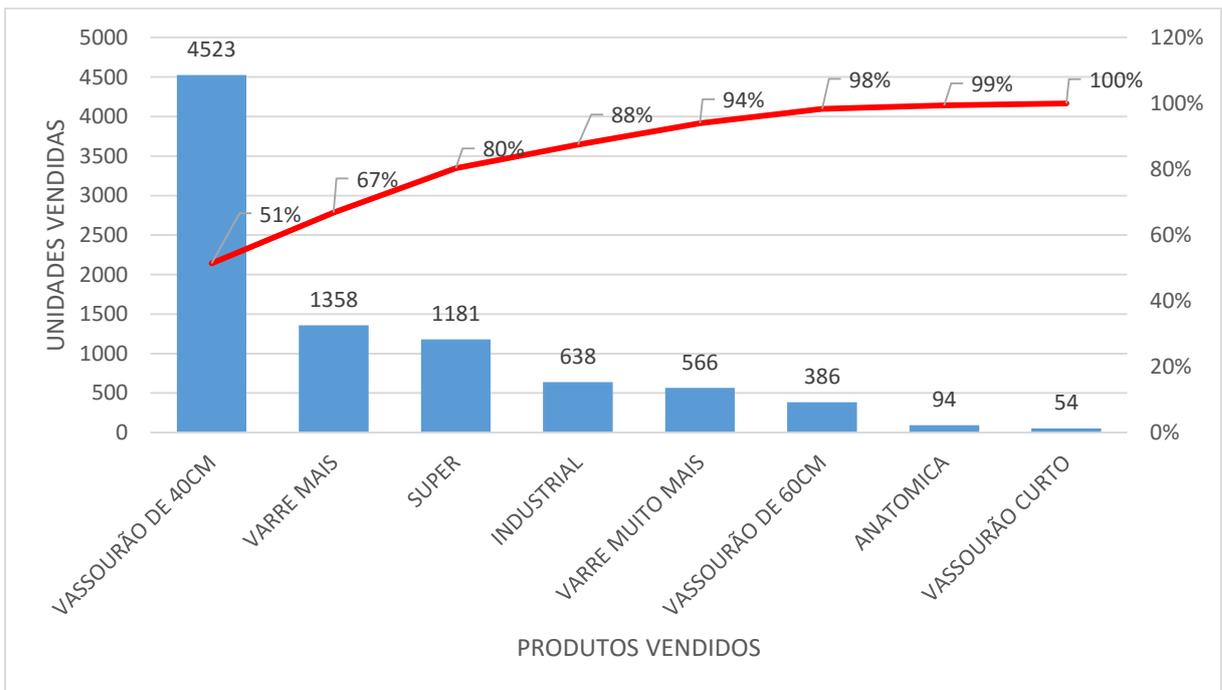


Figura 09: Vendas 2014



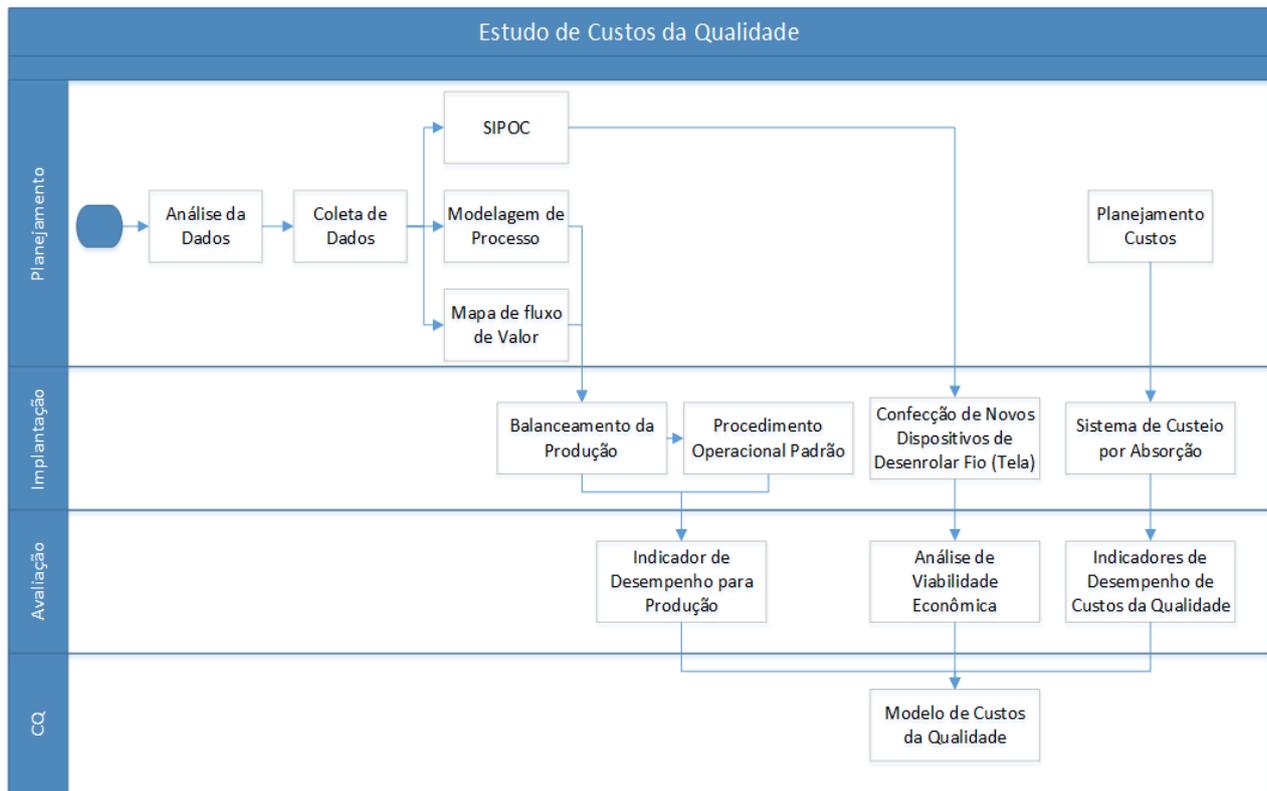
Os produtos, além de ecológica e socialmente corretos, trazem ao consumidor final uma economia de 400%, pois têm uma vida útil 30 vezes maior em relação às vassouras convencionais. Reduzindo os custos na reposição do produto, visto que a vida útil de uma vassoura convencional no uso doméstico é de, aproximadamente, 3 meses, enquanto a vassoura produzida a partir de PET é de cinco anos.

### 3.2 Proposta de Implantação de Melhorias

O presente trabalho é parte integrante de um projeto de pesquisa conduzido pelo Grupo de Pesquisas em Engenharia da Qualidade (GPEQ) do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Estadual de Maringá e conta com uma equipe de melhoria, em que cada integrante desenvolve um aspecto da engenharia dentro da empresa de vassouras e vassourões apresentada na Seção 3.1.

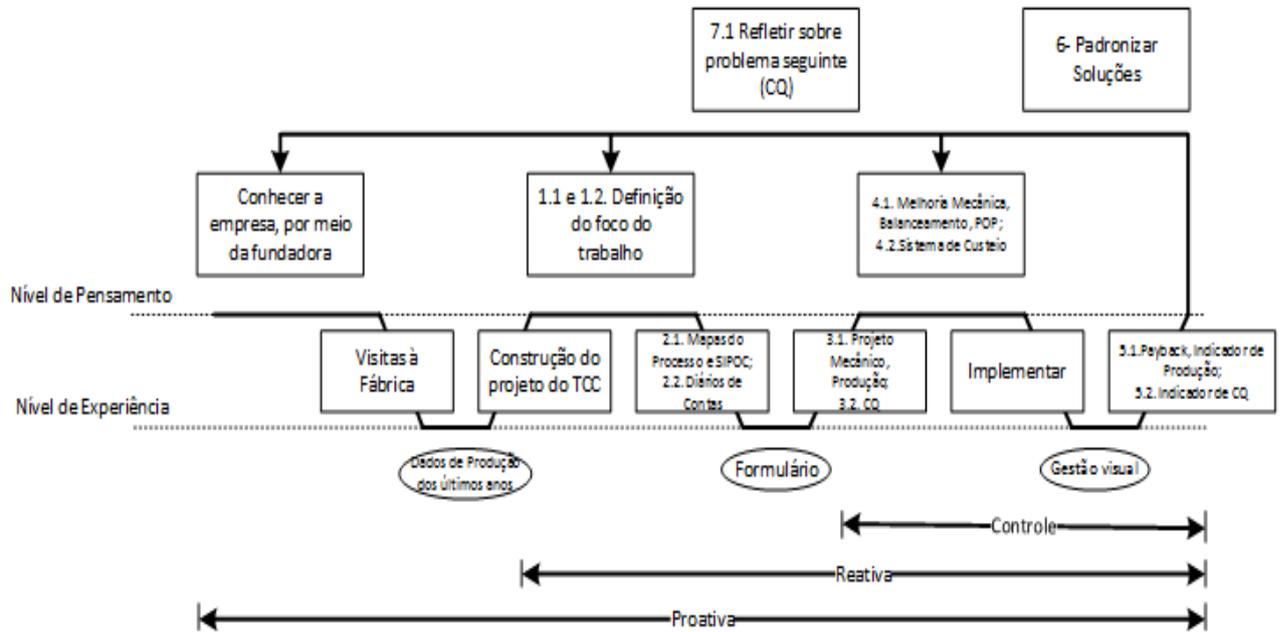
Visando facilitar a visualização dos objetivos deste trabalho e a sequência de atividades principais desenvolvidas, tem-se o fluxograma da Figura 10, que possibilita que cada um deles seja compreendido.

Figura 10: Fluxograma das Atividades do Trabalho



Este trabalho de conclusão de curso utilizou o modelo de TQM denominado WV (completo- análise proativa), descrito na Seção 2, para conduzir os trabalhos realizados e para delimitar cada uma das etapas e ferramentas que serviram como base para aplicar as melhorias consideradas relevantes para a empresa. A Figura 11 demonstra como cada etapa do modelo foi definida para as especificidades deste trabalho.

Figura 11: Modelo WV para o Problema Analisado



O início foi marcado por reuniões com a diretoria da fábrica (“Sentir o Problema”), seguidas por visitas técnicas, *in loco*, para explorar as situações e procurar definir uma abordagem de melhoria. Após abordagem empírica (nível experiência), construiu-se formulário que permitiu a primeira coleta de dados e consolidou-se o projeto, com seus objetivos, focos, ferramentas utilizadas, e etapas que seguiu.

Esta definição estabeleceu que as atividades seriam divididas em dois ciclos de melhoria. O ciclo “reativo” do modelo teve foco no processo de produção, propriamente dito, e estabeleceu padrões e métricas que auxiliaram na modelagem de custos da qualidade. Com o fim do primeiro ciclo do modelo, o segundo focou em estudar e destrinchar os custos da empresa, e estabelecimento de indicadores que também apoiavam a modelagem de custos da qualidade.

Após aprovação da direção da empresa, a etapa seguinte foi construída por meio do preenchimento de formulários e construção do modelo de processo produtivo (apoiado pelo software *Bizagi*, versão 2.9.0.4), do mapa de fluxo de valor (*software Visio* 2010), e do formulário *Supplier* (fornecedor), *Input* (entrada), *Process* (processo), *Output* (saída) – SIPOC.

Com os resultados desta etapa, definiu-se uma oportunidade de melhoria mecânica (troca do dispositivo de desenrolar fios de vassouras e vassourões) e uma melhoria no processo produtivo (balanceamento da produção e implantação de procedimento operacional padrão). Quando implantados foram definidos dois indicadores de desempenho para produção e vendas

que proporcionam o acompanhamento e controle da melhoria gerada. Além disso, foi elaborada uma análise *Payback* para estimar o tempo de retorno do investimento com os novos dispositivos mecânicos, verificando se era economicamente viável, ou não. Estes resultados permitiram a definição de um novo padrão para a operação de desenrolar fios, a coleta sistemática dos dados para indicadores, e o cumprimento do procedimento operacional padrão (POP).

Com o fim deste primeiro ciclo do modelo WV, iniciou o novo “*loop*” a partir da etapa 1 (Figura 11), onde foi definida e planejada a nova abordagem de melhoria, com foco nos custos da qualidade. Para a segunda coleta de dados, foi entregue um formulário, à empresa, denominado “diário de contas”, em que o responsável financeiro deveria preencher sistematicamente todas as entradas e saídas bancárias e em caixa durante o mês. Esses dados foram confrontados com dados do sistema de informação da empresa, e dados fornecidos pela diretoria. Estes dados indicaram quais eram os maiores consumidores financeiros da empresa, os desperdícios, e os gastos não conhecidos.

Com a compilação dos dados em informações, estabeleceram-se novos indicadores de desempenho financeiro e metas que acompanham os itens que mais impactam negativamente o preço de venda do produto, pressionando a redução do lucro da empresa.

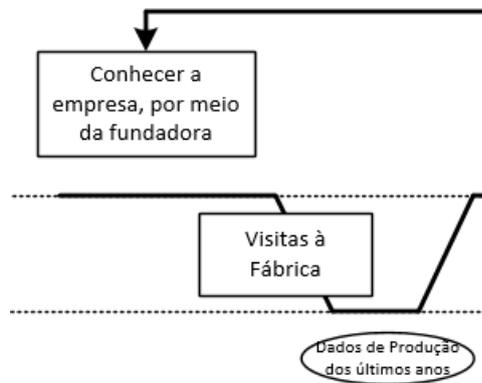
E, por fim, foi modelada expressão que demonstra o comportamento destes indicadores, e como impactam a empresa como um todo. Cada uma das etapas será aprofundada nas seções seguintes.

### **3.3 Construção do Processo de Melhoria Proativa**

A primeira etapa do modelo WV é desenvolvida quando o ciclo completo é seguido pelos envolvidos e tem as seguintes atividades: “Sentir o Problema”, explorar a situação e executar a primeira coleta de dados, definida como processo de melhoria proativa.

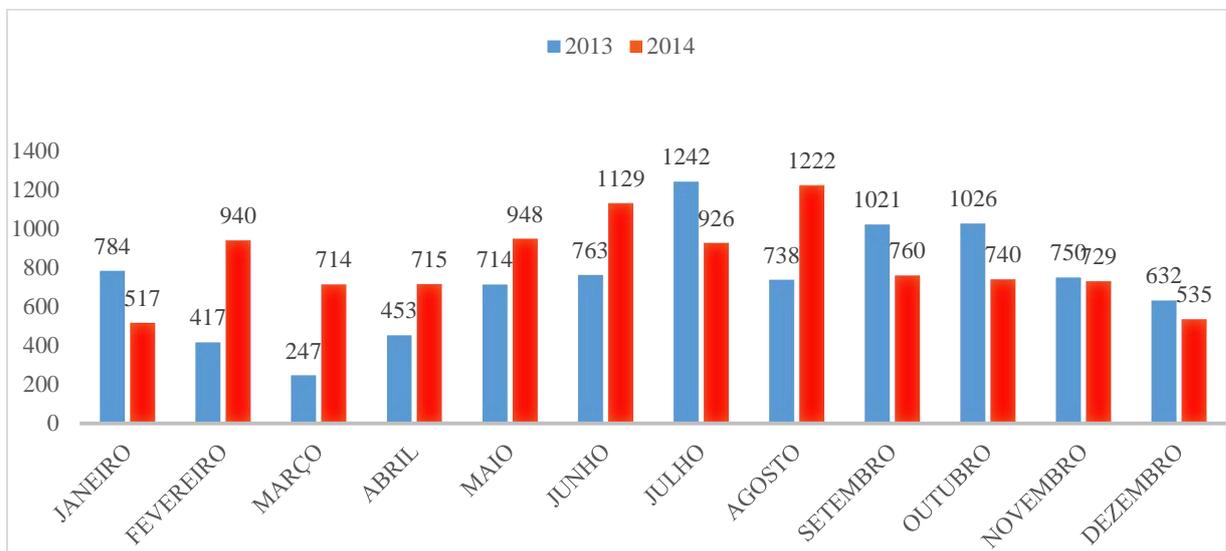
O marco inicial deste trabalho foi a realização de reuniões com a diretoria da empresa, e de visitas à fábrica, correspondendo, respectivamente, às atividades de “Sentir o Problema” e explorar a situação. A representação deste tipo de melhoria pode ser visualizada na Figura 12.

Figura 12: Melhoria Proativa



Para a primeira coleta de dados, a empresa disponibilizou dados dos últimos dois anos (2013 e 2014), referente à produção e venda. Os resultados estão na Figura 13, e representam a quantidade total produzida pela empresa, ou seja, todo o *mix* de produtos disponíveis em portfólio e produtos especiais.

Figura 1325: Produção total 2013 a 2014

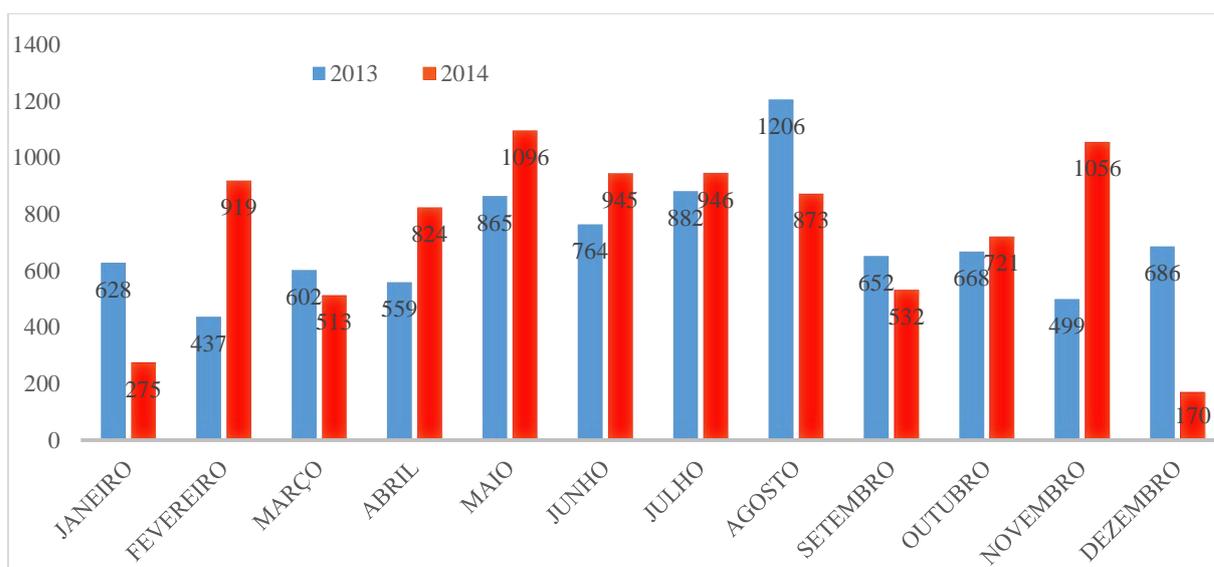


Os dados demonstram que a produção tem caráter sazonal: nos meses de maio a agosto a produção tende a aumentar, devido a vendas especiais que são realizadas para outros estados brasileiros, e os meses com a produção mais baixa, no geral, são de novembro a fevereiro, quando as indústrias, maior consumidor dos produtos, entram em férias coletivas e passam por

balanço patrimonial. Além disso, os fornecedores de fios (principal matéria prima) também entram em recesso de suas atividades e diminuem a taxa de fornecimento.

A Figura 14 mostra os dados de vendas, entre janeiro de 2013 a dezembro de 2014, em que o número de unidades vendidas representa o total de cada mês, entre produtos disponíveis em portfólio e produtos especiais.

Figura 14: Venda total 2013 a 2014



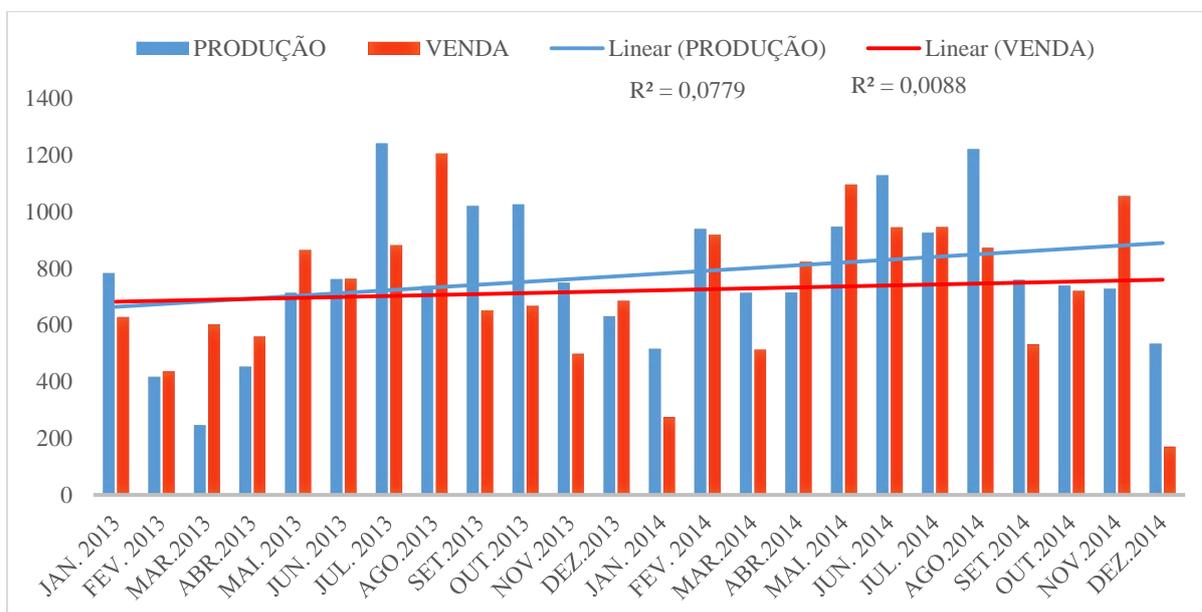
Por meio da Figura 14, verifica-se que a sazonalidade também acontece nas vendas, assim como na produção, devido a fatores externos. Além disso, os números de unidades produzidas (Figura 13), no geral, são maiores que os valores de quantidades vendidas.

O *mix* de produtos oferecidos em portfólio produzidos pela empresa é: “vassourão de 40 e 60 cm”, “vassoura anatômica”, “super, industrial”, “varre mais”, “varre muito mais”, e “rodo de espuma”. Os produtos especiais são: “vassoura mecânica de arrasto”, “quadra de saibro” e “esfregão”.

Analisando as Figuras 8 e 9, identificam-se aqueles mais representativos na produção e vendas de 2014, respectivamente; àqueles que não aparecem no Diagrama de Pareto, não possuem porcentagem expressiva. Por isso, os produtos que foram priorizados para estudo e identificação de oportunidades de melhorias no processo, foram “vassourão de 40 cm” e “vassoura varre mais” e “super”.

Para encerrar esta primeira etapa, construiu-se um gráfico de tendência linear de vendas e produção de janeiro de 2013 a dezembro de 2014, representado na Figura 15.

Figura 15: Tendência de Produção e Vendas 2013 e 2014

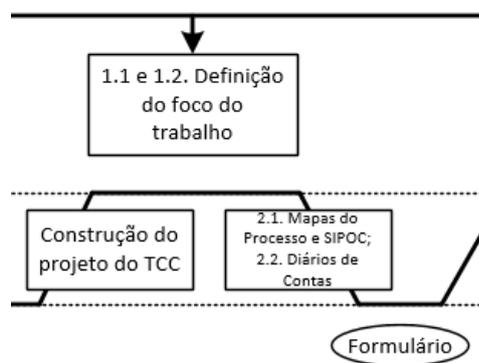


Da Figura 15 extrai-se que tanto a produção quanto as vendas possuem tendência ao crescimento, porém, com  $R^2$  igual a 0,0779 e 0,008, respectivamente (7,79% e 0,8%). Ou seja, os dados não possuem comportamento linear confiável para projeções futuras, visto que  $R^2$  deve ser próximo a 1 para validar a proposta.

### 3.4 Definição do Foco do Trabalho

Com os resultados do primeiro evento do modelo adotado, o segundo tipo de melhoria (reativa) foi estabelecida, e o projeto deste trabalho foi formalizado (atividade de formular o problema), com os objetivos, cronograma, metodologia, justificativas, e ferramentas que foram utilizadas, como mostra a Figura 16.

Figura 16: Melhoria Reativa



### 3.4.1 Primeiro Ciclo de Melhoria

Para a coleta de dados criou-se um formulário (Apêndice 3). No processo de preenchimento a autora deste trabalho, juntamente com outros membros da equipe de projeto, acompanharam os funcionários do setor de produção da empresa. Cada operação do processo de produção de vassoura e vassourão foi estudada a partir dos dados coletados.

Os principais dados coletados foram: o responsável pela coleta, linguagem (*Business Process Model and Notation* - BPMN), data e o funcionário entrevistado, seguido pelo nome do produto, nome do processo, e o tipo (abstrato, privado, colaboração). O tipo de processo abstrato é aquele realizado, do início ao fim, externamente à empresa; privado quando realizado totalmente interno à empresa; e colaborativo quando uma parte é realizado dentro e outra fora da empresa.

Na descrição, o funcionário responsável relatou a sequência completa de atividades e tarefas desenvolvidas dentro da operação analisada, e logo após, se a operação gerava resultado para algum indicador de desempenho, e qual era a operação cliente e a operação fornecedora.

A seguir, preenchiam-se os *inputs* e quantidade necessária para operação (mão de obra, matéria prima, energia, ferramentas, máquina, entre outros), a frequência que cada um dos itens relatados chega à empresa; os *outputs*, e de quanto em quanto tempo a operação gerava estes produtos intermediários; a frequência da operação (quantas vezes na semana, ou no dia é realizada), e se há algum documento utilizado durante sua operação. Além disso, tomou-se nota de qual o tamanho do lote processado, as quantidades de estoque antes e depois da operação (estoques intermediários) e qual era o custo conhecido pela empresa da operação.

Para finalizar o preenchimento do formulário, foram coletados dois diferentes tipos de tempo: tempo de ciclo e tempo de operação. O tempo de ciclo é aquele que engloba atividades que agregam e não agregam valor, e é utilizado com o objetivo de analisar os tempos com desperdícios. O cronômetro é disparado desde o momento em que o operador realiza o *setup* da operação, até que o *output* do processo seja alocado no seu estoque. O tempo de operação é medido com atividades que agregam valor, e o consumidor final está disposto a pagar. Foram coletadas três amostras (três lotes) para cada um dos tempos, em cada operação de fabricação.

Com os dados de cada operação, foi construído o mapa do processo produtivo (Apêndice 1 e 2) do vassourão e da vassoura, mapa de fluxo de valor (Apêndice 4) e o SIPOC (Apêndice 5- operação “corte de fios com faca”).

No mapa do processo produtivo, cada processo traz a capacidade de produção de vassouras e vassourões por hora, com base nos dados coletados no formulário, e as operações que geram resíduos.

Para o mapeamento do processo produtivo, os produtos estudados caminham pelas mesmas operações, exceto “preparação de chapinha”, “preparação de cepa para chapinha” e “inserção de chapinha na cepa” que são exclusivas do vassourão. A capacidade das operações é semelhante, e independe do tipo de produto (as operações que diferem em cada produto são abstratas).

Neste mapa, identifica-se que os principais gargalos (menor capacidade) produtivos são: “produção de fios” (abstrato- 8 unidades/h), “cristalização de fios” (privado- 12 unidades/h), “desenrolar fio” e “acabamento manual” (privados- 17 unidades/h), operações que são extremamente onerosas e manuais.

A operação mais desperdiçadora de fio de garrafa PET é o “corte de fios na guilhotina”, com R\$ 13,52 e R\$ 16,37 para a produção de 30 vassourões e 74 vassouras, respectivamente. Ou seja, a cada 10,8 quilos de fio grosso utilizado para confeccionar o vassourão, 1,7 quilos são desperdiçados (16%), e a cada 15,32 quilos de fio fino utilizado para confeccionar a vassoura, 2 quilos são desperdiçados (13%).

No Apêndice 5, o diagrama SIPOC da operação “corte de fios com faca” pode ser visto. Dele foi possível decidir qual operação seria priorizada para melhorias mecânicas, realizadas pela equipe do grupo GPEQ. Neste caso, a operação foi indicada para passar por melhorias mecânicas devido às dificuldades da operação, por influenciar diretamente à operação seguinte (“corte de fios com guilhotina”) e o desperdício de fios, e por oferecer riscos relativos à

segurança do operador (inalação dos vapores emitidos pelo contato da faca quente e o fio). O projeto mecânico, será descrito na seção 3.5 deste trabalho.

No mapa de fluxo de valor foi descrito todo o fluxo das operações do vassourão, e em cada uma delas a frequência de uso (diária ou uma vez na semana, por exemplo), quais são os estoques, a jusante e montante de cada operação (contabilizado por quantidade de produtos que poderiam ser produzidos). Além disso, traz informações do tempo de *setup*, tempo de ciclo, tempo de operação para um lote padrão de sete unidades de produtos acabados, qual o *input*, *output* e a quantidade, qual a disponibilidade da máquina, e qual a capacidade nominal e atual.

Para capacidade nominal foram consideradas oito horas de trabalho diárias e o tempo de operação (agrega valor ao produto). Para a capacidade atual foram consideradas oito horas de trabalho e o tempo de ciclo (agrega + não agrega valor ao produto – incluindo *setup*).

Os resultados do mapa de fluxo de valor mostram que todas as operações trabalham em uma taxa de capacidade muito abaixo da capacidade nominal; os estoques de matéria primas e produtos intermediários são excessivos, destacando estoque de fios cortados pela guilhotina (antes de irem para amarração) e de chapinha, com quantidade suficiente para fabricar 5240 e 1265 vassourões (desperdício, superprodução, e estoque); e a operação com maior tempo de *setup* e tempo de ciclo é a “cristalização”. Outras informações podem ser visualizadas no Quadro 9.

Quadro 09: Outras Informações do MFV

<i>Lead Time</i> Total = 283,8 dias de estoque
<i>Lead Time</i> Total de Operação (1º Lote) = 195 min
Tempo <i>Setup</i> Total = 48 min
Tempo de Operação Total (Lote) = 85 min

O *lead time* total de estoque é aproximadamente 285 dias, somando todos os estoques de matéria prima e produto acabado, o *lead time* de operação para o primeiro lote de produtos do dia (soma de todos os tempos de ciclos das operações) é de aproximadamente 195 minutos (3,25 horas), o tempo de *setup* total é de 48 minutos (soma de todos os *setups* de operações) e o tempo de operação é apenas 85 minutos (1,42 horas).

Em posse destes dados, infere-se que, do tempo total de processamento dos produtos, apenas 44% realmente agrega valor ao produto (valor que o cliente está disposto a pagar), os outros 56% (110 minutos) são desperdiçados. Destes 110 minutos, 44% pertencem a *setups* de operações, os outros 56% são desperdícios com esperas, transporte, movimentação. Desperdícios com produtos defeituosos (retrabalho) não foram identificados ou considerados significativos, por estarem em um ambiente fabril de baixa escala, mas não podem ser descartados.

### 3.4.2 Segundo Ciclo de Melhoria

Com o fim do primeiro ciclo de melhoria implantado, focado nas melhorias no processo e operações de produção, o segundo ciclo foi iniciado a partir da análise reativa do modelo WV que está mais intimamente relacionada com os objetivos deste trabalho. Este, porém, não é independente dos resultados alcançados no primeiro ciclo, pelo contrário, ao longo deste desenvolvimento é possível identificar pontos em que as informações se cruzam e são colaborativas.

A etapa de “selecionar o problema” foi viabilizada pela análise proativa da empresa e criação do projeto deste trabalho, ambas descritas na seção 3.3. Além disso, surgiu a necessidade de levantar dados mais precisos e direcionados aos custos da empresa, para facilitar a identificação de desperdícios organizacionais que pudessem ser extintos ou diminuídos.

Para tal, uma planilha denominada “Diário de Contas” foi disponibilizada à direção da empresa e setor financeiro, que sistematicamente preencheram dados de entradas e saídas, custos, despesas, caixa físico e bancário, conforme modelo apresentado no Quadro 10.

Quadro10: Diário de Contas

DATA	DESCRIÇÃO	ENTRADA	SAÍDA	SALDO

A maneira apresentada foi a mais simples encontrada para que a empresa não se perdesse na inserção dos dados e para facilitar essa atividade incorporada ao cotidiano dos responsáveis. Todo trabalho desenvolvido neste ciclo somente foi possível pelo comprometimento de todos

os funcionários, que não deixaram nenhum dado sem registro, entre os meses de junho e setembro/2015.

Na descrição, eram inseridos dados que caracterizassem o “nome” do cliente pagante, ou para qual fornecedor/funcionário era realizado pagamento pela empresa, assim como outros custos e despesas da empresa. Ainda era apresentada a forma de pagamento, como por exemplo, cheque ou dinheiro, a quantidade de parcelas, entre outras. Se a movimentação fosse de entrada, o valor era preenchido na coluna “entrada”, e se saída, preenchido na coluna “saída”, e então, automaticamente o “saldo” da empresa era contabilizado.

Ao final de cada mês, os dados eram alocados em uma segunda planilha, como mostra o Apêndice 6, separados por entradas, saídas e classificações (despesas administrativas, com RH, vendas, entre outros).

Para levantamento de dados, a direção disponibilizou, também, relação de imobilizados e suas respectivas notas fiscais (para cálculo de depreciação), notas fiscais de fornecedores de matérias primas, holerites dos funcionários, e ficha de produtos revendidos.

### **3.5 Definição dos Desperdícios da Qualidade do Processo**

As definições da fase anterior (melhoria reativa) deram início à construção desta fase do trabalho, definida como a melhoria de controle. As etapas são destacadas na Figura 17, em que o primeiro nível representa atividades da melhoria no processo produtivo e projeto mecânico. O segundo evento da melhoria de controle representa a análise de custos, definida pela função de custos de qualidade (CQ).



Por meio do Quadro 11 verifica-se que, em média, a meta do indicador de desempenho de produção, não foi alcançada, porém, se analisados individualmente, os resultados foram: 43, 37, 32, 55, 46 e 46 unidades/dia.

Quadro11: Resultados Indicador Produção

<b>Indicador de Produção</b>	<b>Média 2013</b>	<b>Média 2014</b>	<b>Média Após Indicador</b>
50 un/dia = 33 vassourões + 17 vassouras	33 un/dia	37 un/dia	43 un/dia (Aumento de 16%)

O Quadro 12 demonstra os resultados do indicador de vendas. A meta, em média, não foi alcançada, apesar de ter aumentado o valor médio, porém, se analisados os meses individualmente, entre abril e setembro de 2015, têm-se os seguintes resultados: 39, 34, 34, 34, 48 e 47 unidades/dia.

Quadro12: Resultados Indicador de Venda

<b>Indicador de Venda</b>	<b>Média 2013</b>	<b>Média 2014</b>	<b>Média Após Indicador</b>
50 un/dia = 33 vassourões + 17 vassouras	32 un/dia	33 un/dia	40 un/dia (Aumento de 21%)

O período de coleta de dados, não permite análise consistente, contudo, mesmo que minimamente, já é possível verificar uma recuperação (retomada) dos resultados, do despertar da equipe de vendas, da equipe de produção e direção para a necessidade de investimentos em vendas, em dispositivos que acelerem a produção e maior controle sobre os resultados da empresa, visto que, a cada meta não alcançada, o funcionário (produção ou venda) deve justificar o não cumprimento, por escrito.

Como forma de auxiliar os funcionários do setor produtivo, foi elaborado e implantado o documento de procedimento operacional padrão (POP), em maio de 2015, por meio do balanceamento da produção. O POP combina materiais, trabalhadores e máquinas para que produzam de maneira eficiente, registrando a sequência de operações e a quantidade de produção. O balanceamento da produção é fazer uma operação produzir a mesma quantidade da operação anterior, facilitando a produção da quantidade necessária, no tempo necessário (Shingo, 1996).

Para que fosse possível a implantação do POP e do balanceamento da produção, além de utilizar os dados do mapa de fluxo de valor e do mapa do processo produtivo, foram distribuídos formulários para cada operador do processo produtivo (Quadro 13).

Quadro13: Formulário para POP

Colaborador:	DIA 1:
<b>Atividade</b>	<b>Tempo de realização</b>

Neste formulário, cada funcionário transcreveu suas atividades diárias, com horários de início e fim, durante uma semana. As atividades contemplavam atividades do processo produtivo em si e outras, como limpeza, paradas diversas, *setup*, movimentação, organização da fábrica, manutenção. Desta forma, encontraram-se atividades “escondidas”, que não agregavam valor ao produto e foram eliminadas, ou alocadas no POP no melhor momento para sua realização.

Para construção da melhoria no processo produtivo, elaborou-se, por fim, o balanceamento da produção, que deu origem ao POP. Um esboço da ficha do balanceamento pode ser visto no Quadro 14, e do POP no Quadro 15.

Quadro14: Balanceamento do Processo de Produção

Operador 1- Quarta-feira	Quantidade de Produto acabado ( <i>Output</i> )	Quantidade de Insumo ( <i>Input</i> )	Tempo Estimado	480 min/dia
PREPARAR CHAPINHA 1	33	66 chapinhas	8,84	
PREPARAR CHAPINHA 2	33	66 chapinhas	24,75	
PREPARAR CEPA PARA CHAPINHA	33	33 cepas	16,23	
INSERIR CHAPINHA NA CEPA	33	66chapinhas + 33 cepas	48,73	
FINALIZAR	33	33 vassourões,	111,54	
FURAR CEPA	80	80 vassourões	160	
ACABAR MANUALMENTE E FINALIZAR	19	19 vassouras	83,6	
<b>Tempo total</b>			453,69	<b>26,31</b>

Quadro 15: POP

Operador 1- Quarta-feira	Quantidade de Produto Acabado	Quantidade de Insumo
PREPARAR CHAPINHA 1	33 vassourões	66 chapinhas
PREPARAR CHAPINHA 2	33 vassourões	66 chapinhas
PREPARAR CEPA PARA CHAPINHA	33 vassourões	33 cepas
INSERIR CHAPINHA NA CEPA	33 vassourões	66 chapinhas + 33 cepas
FINALIZAR	33 vassourões	33 vassourões
FURAR CEPA	33 vassourões	80 vassourões
ACABAR MANUALMENTE E FINALIZAR	19 vassouras	19 vassouras

Para o balanceamento foi utilizada eficiência de 80% (20% de fadiga, paradas, movimentação) e tempo de trabalho de 480 min/dia. Além disso, contém o nome e sequência de operação, tendo em vista as atividades dos outros funcionários (sincronização), qual a quantidade de produto acabado sairia do processo final de produção, qual a quantidade de

insumos necessários para a realização, o tempo estimado de operação (usando mapa de fluxo de valor e 80% de eficiência). Por fim, destacado em azul, a diferença entre o tempo disponível e o tempo total de produção.

O POP contém apenas as informações de sequência e nome da operação, quantidade de produto acabado e quantidade de insumo necessário, e foi entregue a cada um dos funcionários da produção, de forma que cada um compreendesse o quanto uma operação executada fora da sequência, ou em quantidades inadequadas impactam as operações dos outros funcionários, e o atingimento da meta.

Como pode ser identificado, também, nos Quadros 14 e 15, algumas atividades ultrapassam a quantidade de produto final, em comparação com a meta diária. Isto porque estas atividades demandam alto tempo de *setup* ou de tempo de ciclo, ou possuem custo elevado, e seccioná-las, em diversos dias da semana, seria inviável, portanto, foi decidido aumentar a quantidade a cada realização, e diminuir sua frequência na semana, sem influenciar na quantidade de produto acabado que a produção confecciona por dia.

Para acompanhar a evolução desta implantação, foi utilizado o indicador de desempenho de produção, anteriormente explanado.

A importância de um novo projeto mecânico para as telas de “desenrolar os fios” vem da necessidade de fornecer aos funcionários um dispositivo mais seguro e que desperdiçasse menos fios.

A tela que era usada na empresa (Figura 18) era formada por tubos industriais redondos  $\frac{3}{4}$ ” de Metalon, com resistência à flexão de 351,36 mm<sup>3</sup>. Nela o fio das vassouras, que chegava à fábrica enrolado em carretéis, era desenrolado nesta tela, e passava pelos processos de “cristalização” e “corte na faca”. Este fio, toma a forma da tela, e é cortado no tamanho ideal para cada tipo de vassoura.

Durante a construção do SIPOC, as oportunidades de melhoria foram levantadas, pois além de oferecer riscos de acidentes ao operador (partes soltas, alta velocidade de rotação durante as operações) e químicos (inalar emissões tóxicas do fio em contato com calor), oferecia riscos ergonômicos e alto índice de desperdícios, pois a geometria da tela não era ideal.

Figura 18: Tela Antiga



A equipe de projeto responsável pelo desenvolvimento de melhorias mecânicas estabeleceu critérios que as novas telas deveriam corresponder:

- Eliminar operação de “corte de fios com faca”;
- Reduzir resíduos de fios;
- Aumentar segurança do operador;
- Ser resistente à flexão;
- Ergonomicamente viável (regulagem, peso);
- Resistência à flutuação térmica.

Figura 19: Proposta Nova Tela



A tela proposta (Figura 19) é confeccionada com tubos retangulares de aço carbono ou aço inox 2 ¼”, com módulo de resistência à flexão de 2731,17 mm<sup>3</sup> (7,8 vezes maior que a tela anterior). A fixação das partes diminui o tempo de *setup*, devido à fácil fixação com parafuso borboleta, diferente do anterior, e a geometria do novo material diminui as perdas no processo seguinte de “corte na guilhotina 1”.

A comparação entre as duas opções de novas telas desenvolvidas pela equipe com a tela antiga, pode ser vista na Figura 20.

Figura 20: Comparação entre Dispositivos

**Comparação entre Telas**

Material	Metalon	Aço Carbono	Inox
<b>Peso</b>	1.972 kg	3.363 kg	3.427 kg
<b>Perfil do Elemento 1</b>	Tubo Cilindrico	Barra Chata	Barra Chata
<b>Módulo de Resistência a Flexão</b>	351,36	2731,17	2731,17
<b>Perfil Elemento 2 e 3</b>	Tubo Cilindrico	Tubo Quadrado	Tubo Quadrado
<b>Tipo de Fixação</b>	Parafuso Borboleta	Parafuso Borboleta M10	Parafuso Borboleta M10
<b>Inoxidável</b>	não	não (sem processo)	sim
<b>Eliminação da Faca</b>	não	sim	sim
<b>Gastos com Desperdício de Fios por Tela</b>	R\$00.82	R\$00.16	R\$00.16
<b>Calculo de CG</b>	não	sim	sim

A tela em aço carbono deve passar por um processo adicional de zincagem, nitretação ou tintura especial, assim a sugestão da equipe de projeto para a direção da empresa foi a confecção da nova tela em aço inox, pois além de corresponder a todos os requisitos estabelecidos, não passaria por nenhum processo extra, e tem material mais resistente às condições impostas pelas operações do processo de produção (calor, choque térmico).

Por meio da Figura 20, observa-se também, que além das diferenças entre telas previamente explanadas há a diferença de massa entre elas: as telas propostas possuem massa maior que a tela antiga. Apesar disto, analisadas todas as implicações ergonômicas que traria e seus benefícios, a equipe manteve as opções.

Para verificar se o investimento era economicamente viável, fez-se uma análise *Payback* Descontado. Este tipo de análise de investimentos é apropriado para pequenos investimentos,

não considera lucro contábil, e tem como resposta o tempo de retorno do investimento, além disso, consideram-se entradas e saídas financeiras e taxa de atratividade (qual a porcentagem de retorno que o investidor espera).

Para que o *Payback* fosse possível, os dados do Quadro 16 foram coletados. A taxa de atratividade considerada foi de 1% sobre o investimento, e a inflação prevista foi de 9,12% (G1, 2015).

Quadro 16: Dados para *Payback* Descontado

	Antes das Interferências do CNPq	POP com Tela Antiga	POP com Tela Nova em Aço Carbono (c/ nitretação)	POP com Tela Nova em Aço Carbono (c/ zincagem)	POP com Tela Nova em Aço Carbono (c/ tinta)	POP com Tela Nova em Inox
Gás/mês	R\$ 19,50	R\$ 9,75	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Mão-de-Obra do funcionário no processo/mês	R\$ 385,86	R\$ 192,93	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Resíduo Total/mês	R\$ 432,64	R\$ 216,32	R\$ 42,38	R\$ 42,38	R\$ 42,38	R\$ 42,38
	64,82 mm/revolução	64,82 mm/revolução	12,7 mm/revolução	12,7 mm/revolução	12,7 mm/revolução	12,7 mm/revolução
Tela por unidade	R\$ 58,55	R\$ 58,55	R\$ 200,26	R\$ 204,76	R\$ 198,30	R\$ 281,37
Tempo	T setup: 5 min 09 s	T setup: 5 min 09 s	0	0	0	0
	T ciclo: 2 min 54 p/tela=2	T ciclo: 2 min 54 p/tela=2	0	0	0	0
Total gasto/mês	R\$ 838,00	R\$ 419,00	R\$ 42,38	R\$ 42,38	R\$ 42,38	R\$ 42,38

Os resultados da utilização das novas telas trazem são:

- Economia no processo de R\$ 795,62 por mês;
- Se os novos equipamentos começassem a serem utilizados na produção das vassouras e vassourões em Agosto/2015, o investimento começaria a trazer retorno em 9,4 meses, ou seja, entre os meses de Abril e Maio/2016.

Com a finalização do estudo da implantação de balanceamento da produção e procedimento operacional padrão, os indicadores que controlam estas melhorias na produção (indicador de produção e vendas), introdução de novos dispositivos mecânicos (novas telas) e a análise de viabilidade deste investimento (*Payback*), o primeiro ciclo de melhorias é finalizado.

### 3.6 Função dos Custos da Qualidade

Os dados levantados na etapa anterior viabilizaram:

- Levantar custos e despesas;
- Calcular o preço de venda dos produtos;
- Propor indicadores e metas de desempenho de custos.

Para isto, utilizou-se o método de Custeio por Absorção (Martins, 2003), pois é aceito pela legislação fiscal e societária; custos de produção fixos são alocados aos produtos por meio de rateio; custos variáveis são alocados diretamente aos produtos; despesas são levadas diretamente ao demonstrativo de resultados.

O estudo de custos, propriamente dito, foi elaborado inicialmente para constatar qual o valor da mão de obra de cada funcionário da empresa, preenchendo os dados do Quadro 17, para guardar a privacidade da empresa os valores não são destacados.

Quadro17: Levantamento Custo da Mão de Obra

	Total Benefícios	FGTS s/ Salário	INSS s/ Salário	Férias	13º Salário	FGTS s/ Férias	INSS s/ Férias	Salários	Horas Mês	Custo da Hora
Funcionário 1										
Funcionário 2										
Funcionário 3										
Funcionário 4										
Funcionário 5										
Funcionário 6										
Funcionário 7										
Funcionário 8										
TOTAL GERAL										

Os benefícios identificados são: café da manhã, prêmio por produtividade, festa de aniversário, cesta de Natal e Páscoa. Somam-se a estes, os salários, FGTS, INSS, férias e 13º salário, e então tem-se o valor que o funcionário realmente custa à empresa, por decisão a empresa não desconta suas faltas, que são compensadas posteriormente. A coluna de horas/mês é a quantidade de horas em que os funcionários recebem para trabalhar (8 horas por dia + compensação do sábado, por exemplo). Para encontrar o valor do custo da mão de obra direta e indireta por hora, faz-se:

$$MO_{DeI} = \frac{\text{Salários} + \text{Benefícios} + \text{FGTS} + \text{INSS} + \text{Férias}}{\text{Horas Trabalhadas por mês}} \quad (2)$$

Fonte: Martins, 2003.

A próxima etapa foi utilizar o valor da hora homem e alocá-la nas operações de produção, mapeadas no ciclo de melhoria anterior, de cada produto. Os tempos de operações são multiplicados pelo valor da hora homem responsável por elas, e pela quantidade de produtos produzidos no mês.

Neste sentido, como visto no Quadro 18, apresentaram-se dois cenários distintos, um com o custo nominal unitário, ou seja, se a produção e equipe de vendas alcançarem as metas estabelecidas nos indicadores de desempenho; outro, se a empresa mantiver a média de venda histórica (custo real unitário) de cada produto, um exemplo clássico de diluição de custos fixos, respeitando a capacidade de produção da empresa, e aumentando a produtividade.

Quadro18: Custo MO por produto

QTDE DO POP	QTDE EFETIVA	PRODUTOS	CUSTO NOMINAL UNITÁRIO	CUSTO REAL ATUAL UNITÁRIO
726	495	VASSOURÃO 40 CM	R\$ 2,29	R\$ 5,92
		VASSOURÃO 60 CM		
374	388	VASSOURA ANATÔMICA	R\$ 4,73	R\$ 3,89
		VASSOURA SUPER		
		VASSOURA INDUSTRIAL		
		VASSOURA VARRE MAIS		
		VASSOURA VARRE MUITO MAIS		
		ESFREGÃO		
528	132	RODO 30 CM SCOTT BRITE	R\$ 0,32	R\$ 1,30
		RODO 40 CM SCOTT BRITE		

A seguir, o rateio dos custos indiretos foi delineado, como mostra o Quadro 19. Como critério de rateio aplicou-se a área (m<sup>2</sup>) utilizada pela produção e pelo setor administrativo, 107,7 m<sup>2</sup> e 13,26 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Quadro 19: Rateio Custos Indiretos

Critérios de Rateio Custos Indiretos							
Descrição do Gasto	Critério de Rateio	Área Produção	Área Administração	Total	Gasto Total R\$	Custo em R\$	Despesa em R\$
Energia Elétrica	M <sup>2</sup>	107,70	13,26	120,96			
Água	M <sup>2</sup>	107,70	13,26	120,96			
Aluguel	M <sup>2</sup>	107,70	13,26	120,96			
IPTU	M <sup>2</sup>	107,70	13,26	120,96			

Na coluna “Gasto Total”, os dados do valor médio pago pela empresa são inseridos, e então divide-se o total entre o valor considerado custo (utilizado pelo setor produção) e despesa (utilizada pela produção).

Quadro 20: Cálculo da Depreciação

QTDE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	DATA	VALOR TOTAL	VIDA ÚTIL (MESES)	CUSTO MÊS	DESPESA MÊS
1	Furadeira de bancada 1	Custo	8-ago-13	831,39	60		
1	Impressora de etiqueta	Custo	1-jan-13	789,99	60		
1	Contêiner	Custo	13-dez-13	3.300,00	60		
1	Estrutura de estoque de produto acabado	Custo	14-jan-14	449,31	60		
1	Relógio de Ponto	Despesa	27-mai-14	700,00	60		
1	Computador servidor	Despesa	29-jun-15	1.517,64	60		

A depreciação dos imobilizados inicia-se separando àqueles que são utilizados no setor produtivo e no setor administrativo, identificando data de compra, o valor pago (com frete), e a vida útil de cada item. E então, dividindo o valor total pela vida útil, tem-se o valor de custo ou despesa com depreciação por mês, como mostrado no Quadro 20.

Para finalizar o levantamento de custos indiretos de fabricação, foram somados os valores dos custos com mão de obra indireta, custos de depreciação e custos indiretos, como mostra a Equação 3.

$$CI_F = MO_{IF} + DP_{IF} + R_{IF} \quad (3)$$

Fonte: Martins, 2003.

Onde,

$MO_{IF}$  = Mão de Obra Indireta de Fabricação;

$DP_{IF}$  = Depreciação Indireta de Fabricação;

$R_{IF}$  = Rateio Indireto de Fabricação.

Da mesma forma, a despesa total (Equação 4) é dada pelo somatório das despesas advindas do rateio dos gastos indiretos, mão de obra administrativa/vendas, depreciação de itens usados no setor administrativo, pagamentos com gastos financeiros, despesas administrativas/vendas, despesas gerais, descritos no Apêndice 6.

$$D = R_{ID} + MO_{ID} + DP_{ID} + D_{Diversas} \quad (4)$$

Fonte: Martins, 2003.

Onde,

$R_{ID}$  = Rateio Indiretos das Despesas;

$MO_{ID}$  = Mão de Obra Indireta das Despesas;

$DP_{ID}$  = Depreciação Indireta das Despesas;

$D_{Diversas}$  = Despesas Diversas.

Para que o custo com matéria prima fosse constatado, elaborou-se ficha técnica dos produtos produzidos internamente, conforme modelo do Quadro 21. Os dados de quantidades de matérias primas utilizadas (incluindo os desperdícios) foram retirados dos resultados do mapa de fluxo de valor, e do mapa do processo produtivo; o valor unitário das notas fiscais fornecidas pela empresa (incluindo fretes e impostos). De maneira semelhante, os produtos de revenda tiveram seus custos estabelecidos, porém com base apenas nas notas fiscais (incluindo frete e impostos).

Quadro 21: Ficha técnica dos Produtos

PRODUTO:	VASSOURA SUPER			
DESCRIÇÃO	UNID.	VALOR UNIT.	QTDE	VALOR TOTAL CONSUMIDO
<b>MATERIAL DIRETO</b>				
CEPA OU CEPA + CAPA P01				
LUVA				
FIO				
CONJUNTO DE ETIQUETA				
CABO				
EMBALAGEM				
VERNIZ				
ARAME				
COLA INTERNA				
COLA EXTERNA				
CONTAGEM DE FIOS				
TUFAGEM				
TOTAL DO MATERIAL DIRETO				

Para que o preço de venda dos produtos, seja estabelecido e então, analisar quais são os fatores de maior influência sobre ele, a empresa estabeleceu a margem de lucro e comissão dos vendedores. O modelo para preço de venda, está nas Equações 5, 6, 7.

$$PV = \text{CUSTO INDIVIDUAL} \times \text{MARK UP GERAL} \quad (5)$$

$$PV = (MP + MOD + CI_F) \times \frac{CT_F + CT_R + D}{[1 - (DAS + COM + ML)] \times (CT_F + CT_R)} \quad (6)$$

$$PV = (MP + MOD + CI_F) \times \frac{\sum_{i=1}^{10}(C_{Fi} \times Q_{Fi}) + \sum_{i=1}^{16}(C_{Ri} \times Q_{Ri}) + D}{[1 - (DAS + COM + ML)] \times [\sum_{i=1}^{10}(C_{Fi} \times Q_{Fi}) + \sum_{i=1}^{16}(C_{Ri} \times Q_{Ri})]} \quad (7)$$

Onde,

MP = Custo Individual com Matéria Prima;

MOD = Custo com Mão de Obra Direta;

CI<sub>F</sub> = Custo Indireto de Fabricação;

CT<sub>F</sub> = Custo Total de Fabricação;

CT<sub>R</sub> = Custo Total de Revenda;

D = Despesas;

$C_{Fi}$  = Custo Fabricação;

$Q_{Fi}$  = Quantidade de Produtos Fabricados;

$C_{Ri}$  = Custo Revenda;

$Q_{Ri}$  = Quantidade de Produtos Revendidos;

DAS = Documento de Arrecadação do Simples Nacional;

COM = Comissão de Venda;

ML = Margem de Lucro.

O preço de venda de um produto é a multiplicação de seu custo individual e o *mark up* (comum a todos os produtos). Custos individuais são a soma do custo da matéria prima (ficha técnica), custo com mão de obra direta (funcionários do setor produtivo), e custos indiretos de fabricação (equação 3).

O numerador do *mark up* é formado pela soma dos custos totais de fabricação, custos totais de revenda e despesas. O denominador é formado pela subtração da soma das porcentagens de impostos, comissão e margem de contribuição menos uma unidade (100%), multiplicando os custos totais de fabricação e revenda).

Custos totais de fabricação são o somatório dos custos individuais unitários de fabricação de cada produto, multiplicado pela quantidade média vendida por mês. Da mesma maneira, custos totais de revenda são o somatório dos custos individuais unitários dos produtos revendidos, multiplicado pela quantidade média revendida por mês.

Quadro 22: Diferença entre Preço Praticado e Preço Real- Produção

PRODUTO	QTDE	%
VASSOURÃO 40 CM	429	-40%
VASSOURÃO 60 CM	12	-32%
VASSOURA ANATÔMICA	5	-57%
VASSOURA SUPER	94	-49%
VASSOURA INDUSTRIAL	65	-63%
VASSOURA VARRE MAIS	63	-44%
VASSOURA VARRE MUITO MAIS	79	-59%
ESFREGÃO	11	-46%
RODO 30 CM SCOTT BRITE	56	-106%
RODO 40 CM SCOTT BRITE	70	-76%

Quadro23: Diferença entre Preço Praticado e Preço Real - Revenda

PRODUTO REVENDA	QTDE	%
ESCOVA DE SISAL PLÁSTICO S/ CABO	1	-9
VASSOURA DE NYLON	3	11
PÁ PLÁSTICA	1	-15
VASSOURA DE NYLON C/ CAPA S/ CABO	0	39
RODO DE ALUMÍNIO 40 CM C/ CABO 1,5M	12	-38
RODO DE ALUMÍNIO 50 CM C/ CABO 1,5M	8	-34
RODO DE ALUMÍNIO 60 CM C/ CABO 1,5M	19	-27
RODO DE ALUMÍNIO 30 CM	3	-37
RODO DE ALUMÍNIO 40 CM	0	-34
REFIL RODO ALUMÍNIO 30 (BORRACHA)	0	27
REFIL RODO ALUMÍNIO 40 (BORRACHA)	24	11
REFIL RODO ALUMÍNIO 50 (BORRACHA)	13	1
REFIL RODO ALUMÍNIO 60 (BORRACHA)	73	2
CABO DE ALUMÍNIO C/ ROSCA COM PENDURADOR 1,5 M	47	-170
RODO DE ALUMÍNIO 60 EVA C/ CABO 1,5M	1	-45

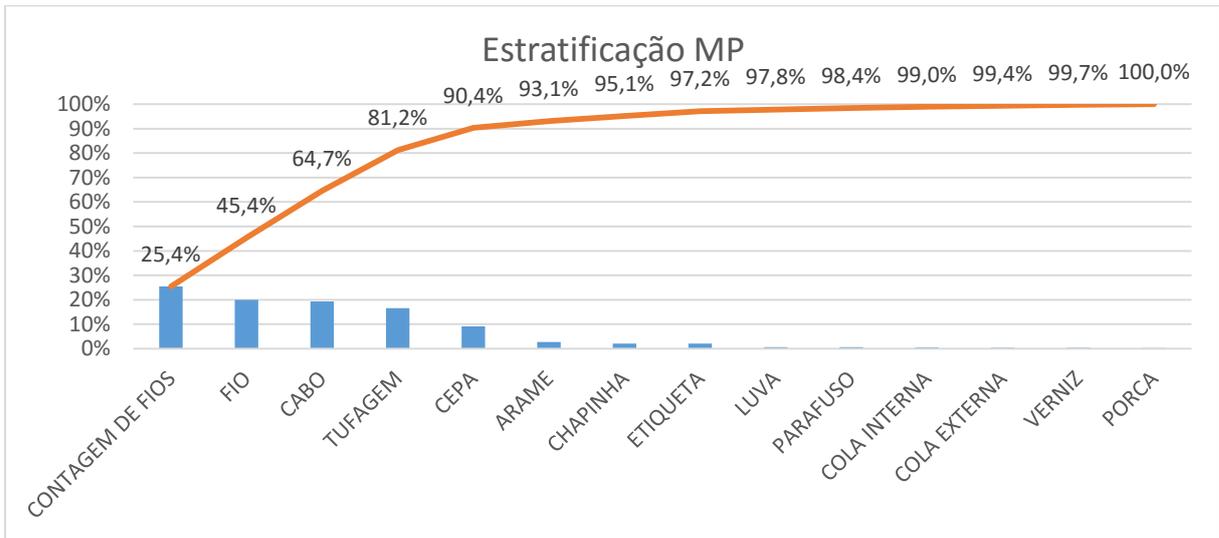
Os resultados (Quadros 22 e 23) demonstram que os preços praticados pela empresa, para pagamentos à vista de produtos fabricados, são menores que os encontrados pelo sistema de custeio desenvolvido e exposto, com ressalva para o “rodo 30 cm *Scott Britte*” e “rodo 40 cm *Scott Britte*”, 106% e 76%, respectivamente, menores que os valores que deveriam ser praticados. Para itens de revenda, há preços atualmente praticados que são maiores ou menores que os resultados encontrados, destacando “Cabo de Alumínio” 170% menor que deveria ser praticado, e “Vassoura de Nylon” com valor atual 39% maior que deveria ser praticado.

### 3.6.1 Fatores Determinantes nos Custos de Qualidade

A princípio, uma análise de qual fator tem maior impacto no preço de venda foi realizada. Comparando a parcela de custo individual e *mark up* (Equação 5), os resultados revelam que 30% do preço de venda de itens de fabricação própria e revenda são influenciados pelos custos individuais e 70% pelo *mark up*.

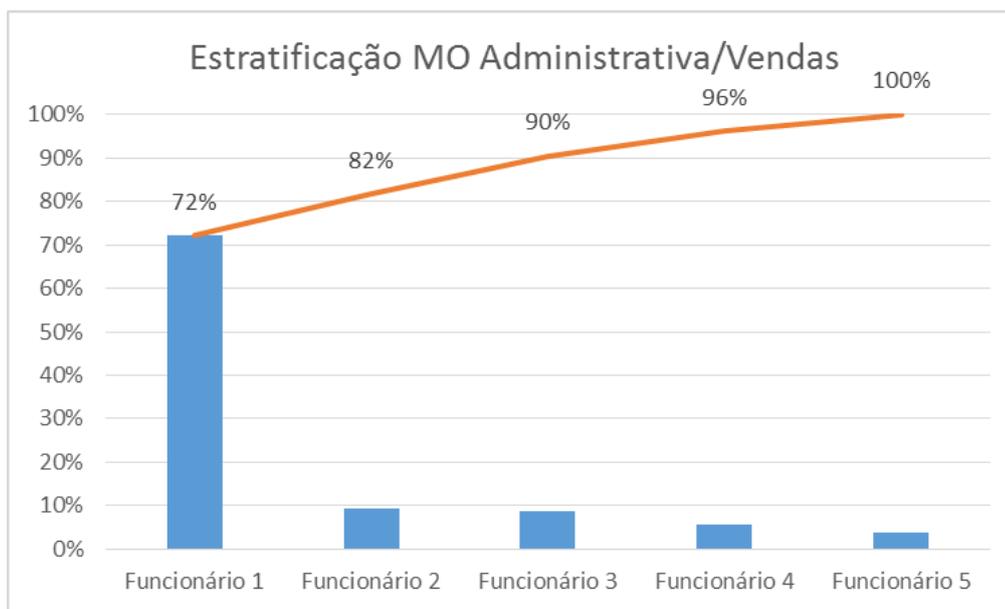
Partindo para análise das parcelas que formam o *mark up* (Equação 7): custos individuais de fabricação (ficha técnica), custos individuais de revenda, e despesas (impostos, margem de lucro e comissões não serão discutidas, pois são definidas pela empresa).

Figura 21: Estratificação MP de Fabricação



Como revela a Figura 21, as matérias primas que impactam mais fortemente o preço de venda dos produtos são: contagem de fios, fio, cabo e tufagem. A contagem de fios e tufagem são operações abstratas, e portanto, terceirizadas; os fios e cabos são comprados de fornecedores fixos. Neste sentido, cabe ao setor de compras analisar o mercado e adaptar os critérios de seleção de fornecedores, pesquisar novos fornecedores e estabelecer parcerias, ou ainda reavaliar tamanhos de lotes de compras, negociar melhores preços e diluir valores de frete. Com relação às operações citadas, cabe aos responsáveis do setor produtivo e de compras avaliar a necessidade de terceirização total destas atividades, visto que a empresa trabalha abaixo de sua capacidade, como determinado pelo mapa de fluxo de valor, e negociar os valores cobrados da mesma maneira, sem, contudo perder a qualidade dos serviços contratados e matérias primas compradas. As mesmas medidas valem para os fornecedores de produtos para revenda.

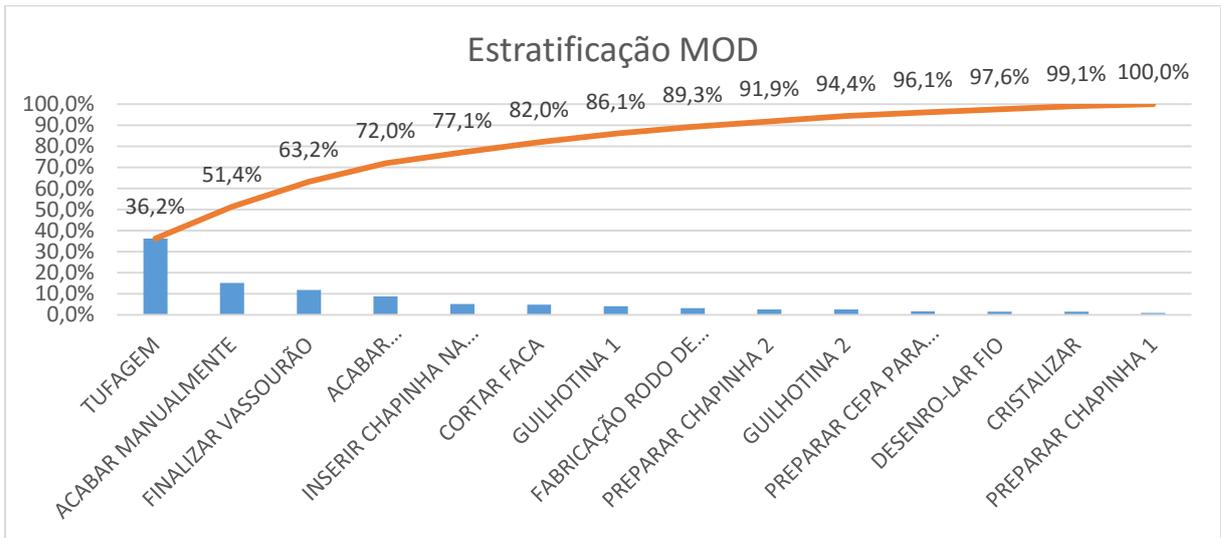
Figura 22: Estratificação MO Indireta



A despesa, calculada pela equação 4, é formada pela soma das despesas rateadas, pela mão de obra indireta, depreciação dos imobilizados rateados e outras despesas diversas. Como 80% do valor da despesa da fábrica é formada pelos valores de mão de obra indireta (Figura 22), e que corte de recursos humanos não é uma opção, sugere-se que os responsáveis pelo RH reformulem o sistema de pagamento do pró-labore dos diretores e o sistema de comissão dos vendedores, inviáveis atualmente para o porte da indústria. Além disto, a contratação de novos vendedores (quando o sistema de comissão já estiver reformulado) e criação de nova estratégia de vendas é uma necessidade iminente, pois assim, estes custos fixos são diluídos em uma quantidade maior de produtos vendidos.

Por fim, a análise dos formadores dos custos individuais (30% do preço de venda): mão de obra direta e custos indiretos de fabricação (equação 3), pois custo com matéria prima foi discutido com a Figura 21.

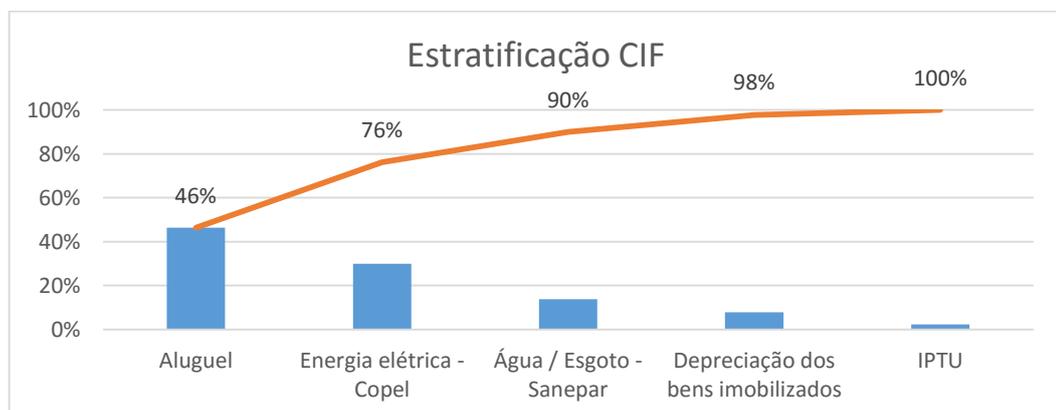
Figura 23: Estratificação Mão de Obra Direta



Conforme Figura 23, as operações que mais consomem hora homem são “tufagem de vassourão”, “acabar manualmente vassourão”, “finalizar vassourão”, “acabar e finalizar vassouras”, “inserir chapinha na cepa” e “cortar na faca”, juntas são responsáveis por 82% de todo o tempo disponível dos funcionários do processo de produção.

A operação de tufagem era terceirizada, no entanto, durante primeiro ciclo de melhoria definiu-se que seria colaborativa, e apenas as tufagens de vassouras aconteceriam nas empresas contratadas. A operação de “corte na faca” recebeu uma interferência, também durante o primeiro ciclo de melhorias, e será eliminada quando os novos dispositivos mecânicos estiverem prontos. As demais operações são extremamente dispendiosas e manuais, dessa forma, era esperado que consumissem a maior quantidade de hora homem, e assim como as demais, devem passar por novos ciclos de melhorias.

Figura 24: Custo Indireto de Fabricação



Os custos indiretos de fabricação mais representativos são aluguel, energia elétrica e água. Com relação ao aluguel, é inviável a troca de localização da fábrica, ou diminuição do valor da taxa, por questões contratuais. A operação de “cristalizar fio” é a operação que mais utiliza os recursos de energia elétrica e água, por isso, pode ser alvo de um novo ciclo de melhoria, em que, para a primeira etapa da operação de fabricação, os principais parâmetros de cozimento do fios possam ser analisados e definidos como padrão por meio de *Design of Experiments* (DOE): tempo, temperatura, e quantidade de fio nas telas; e para a segunda etapa da operação, em que os fios passam por choque térmico em água, um sistema de reaproveitamento da água, que atualmente é eliminada.

### **3.7 Proposta do Sistema de Indicadores para a Qualidade**

O sistema de controle de indicadores de desempenho para custos da qualidade desenvolvido para a empresa é baseado no modelo de gestão TQM (*Total Quality Management*), conforme explicitado por Nuintin (2007). Os objetivos são avaliar as necessidades e expectativas dos clientes; os indicadores de verificação e controle são um meio para indicar causa e efeitos que devem ser investigados. As possíveis categorias são:

- Material;
- Máquina;
- Método;
- Custo da Qualidade;
- Entrega;
- Segurança;
- Moral.

Além disso, o sistema considera o porte da indústria e os indicadores descritos na seção 2 deste trabalho, em que Cusin *et al* (2001) enumeram alguns possíveis indicadores de desempenho para custos da qualidade, que também são usados como base para desenvolvimento deste modelo, como o índice de falha interna, e índice de satisfação do cliente.

Os indicadores propostos, e seus atributos estão nos Quadros 24, 25 e 26, 27, 28, em que os indicadores de produção e vendas já são utilizados, por meio do desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 24: Indicador de Produção

Atributos	Indicador 1
Título	Indicador de Produção
Objetivo	Controlar quantidade de produtos fabricados
Escopo	Setor de Produção
Fórmula	$IP = Qtd\ Vassourão + Qtd\ Vassouras$
Meta	33 vassourões, 17 vassouras por dia
Unidade de Medida	Variáveis = unidade/dia
	Resultado= unidade/dia
Frequência de Medição	Diária
Frequência de Revisão	Trimestral
Fonte de Dados	Primária
Responsável	Setor de Produção

Quadro 25: Indicador de Vendas

Atributos	Indicador 2
Título	Indicador de Vendas
Objetivo	Controlar quantidade de produtos vendidos
Escopo	Setor de Vendas
Fórmula	$IV = Qtd\ Vassourão + Qtd\ Vassouras$
Meta	33 Vassourões; 17 Vassouras
Unidade de Medida	Variáveis = unidade/dia
	Resultado= unidade/dia
Frequência de Medição	Diárias
Frequência de Revisão	Trimestral
Fonte de Dados	Primária
Responsável	Setor de Vendas

O indicador de produção (IP) e o indicador de venda (IV), nos Quadros 24 e 25, controlam o atingimento das metas diárias estabelecidas (33 vassourões e 17 vassouras); devem

ser revisados trimestralmente; possuem fonte de dados primária (interna) e os responsáveis pela coleta de dados são os setores de produção e vendas, respectivamente.

Quadro 26: Indicador de Equilíbrio Produção x Vendas

Atributos	Indicador 3
Título	Indicador de Equilíbrio Produção x Vendas
Objetivo	Controlar equilíbrio de atingimento de metas entre produção e vendas
Escopo	Setor de Produção e Vendas
Fórmula	$IE = \frac{IV}{IP}$
Meta	1
Unidade de Medida	Variáveis = unidade/mês
	Resultado= unidade/mês
Frequência de Medição	Mensal
Frequência de Revisão	Trimestral
Fonte de Dados	Primária
Responsável	Direção

O indicador de equilíbrio (Quadro 26), utiliza os resultados mensais dos indicadores de produção e venda, na sua composição, e é base para a tomada de decisão da direção na canalização de recursos (investimentos). As possíveis interpretações são:

- IE = 1, então há equilíbrio entre vendas e produção, não há formação de novos estoques de produtos acabados. Neste caso, a direção deve monitorar se as quantidades individuais de cada produto são obedecidas ou se ambos setores estão operando abaixo da meta. Se observadas divergências entre as quantidades individuais, deve haver ramificação deste indicador em sua revisão; se os setores estiverem operando abaixo da expectativa, um novo estudo para manutenção ou mudança da meta deve ser realizado.

- $IE < 1$ , então há desequilíbrio entre setor de produção e vendas, em que o setor de produção está ultrapassando a quantidade de itens vendidos, havendo formação de estoques de produtos acabados.
- $IE > 1$ , então há desequilíbrio entre setor de produção e vendas, em que setor de vendas está excedendo os resultados do setor produtivo. Neste caso, um novo estudo de capacidade do setor produtivo deve ser realizado, e medidas devem ser tomadas, caso haja reincidência deste resultado (contratação de operários, compra máquinas, aumento de lote de produção, aumento lote de compra de matéria prima).

Quadro 27: Indicador de Satisfação dos Clientes

Atributos	Indicador 4
Título	Satisfação dos Clientes
Objetivo	Medir satisfação dos clientes em relação à durabilidade do produto, atendimento a requisitos e preço de venda,
Escopo	Setor Vendas e Produção
Fórmula	$SC = \frac{\text{quantidade reclamações ou devoluções}}{\text{total de vendas}}$
Meta	0
Unidade de Medida	Variáveis = unidade/mês
	Resultado= adimensional
Frequência de Medição	Mensal
Frequência de Revisão	Semestral
Fonte de Dados	Primária
Responsável	Setor de Vendas

O indicador de satisfação dos clientes mede quanto a empresa está correspondendo ou excedendo os requisitos de seus clientes. As reclamações consideradas para este indicador são em relação à durabilidade do produto (abaixo da esperada), preço de venda (acima do esperado),

ou se cumpre as promessas de venda e são contabilizadas apenas para vendas formalizadas. As possíveis interpretações são:

- $SC = 1$ , este é o pior resultado do indicador, pois mostra que em todas as vendas efetuadas, houve reclamação para algum dos itens considerados.
- $SC > 1$ , este não é um resultado possível do indicador, pois não são registradas reclamações de produtos que não são vendidos.
- $SC < 1$ , neste caso, o número de reclamações é menor que o total de itens vendidos. Porém, os responsáveis devem se atentar para a meta, pois quanto mais próximo a zero for o resultado, mais satisfeitos estão os clientes.

Quadro 28: Indicador Interno de Desperdício

Atributos	Indicador 5
Título	Índice Interno de Desperdício
Objetivo	Medir quanto de fio é desperdiçado durante a semana
Escopo	Setor Compras e Produção
Fórmula	$IID = 1 - \frac{(qtd\ utilizada - qtd\ desperdiçada)}{qtd\ utilizada}$
Meta	0,10
Unidade de Medida	Variáveis = quilos/semana
	Resultado= adimensional
Frequência de Medição	Semanal
Frequência de Revisão	Semestral
Fonte de Dados	Primária
Responsável	Setor de Produção

O último indicador proposto é de medição semanal e indica qual a porcentagem de fio desperdiçado; sabendo que é uma matéria prima de alto valor agregado, em comparação com as demais, e seu desperdício vai de encontro à missão da empresa. Segue interpretação:

- Quanto mais próximo o resultado estiver de 1, maior é o desperdício de fios, e portanto medidas devem ser analisadas (incluindo a má utilização de máquinas e dispositivos, má qualidade da matéria prima, falta de padronização de operação, falta de treinamento de funcionário).
- Quanto mais próximo o resultado estiver de zero, melhor, pois haverá menos desperdício de fio.
- Não há como IID ser maior que 1, pois é impossível existir desperdício de fio não utilizado.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, verificou-se que o desperdício de fios durante todo o processo produtivo era em torno de 22% ( $IID=0,22$ ), assim, como meta para este indicador, fixou-se a meta de  $IID=0,10$  (10% de desperdício de fio), um desafio para todos os envolvidos na produção. Caso seja facilmente alcançada, pode ser modificada em sua revisão.

## 4 CONCLUSÃO

### 4.1 Considerações Finais

Para que o sistema de controle de custos da qualidade, baseado nos desperdícios do sistema produtivo, fosse viabilizado, diversas etapas foram seguidas até o resultado final.

A revisão de literatura permitiu o embasamento para o desenvolvimento deste trabalho, fortalecendo os conhecimentos já adquiridos, ajustando conhecimentos empíricos, e fornecendo novos conhecimentos.

O mapeamento do processo produtivo (mapa do processo, mapa de fluxo de valor e SIPOC) forneceu a possibilidade de conhecer a rotina e capacidade reais da indústria, as dificuldades enfrentadas pelos funcionários e direção, avaliar pontos fortes e fracos, formalizar um diagnóstico consistente e confiável, além de disponibilizar dados para todas as outras etapas do trabalho, e apontar os primeiros desperdícios que deviam ser atacados.

O projeto mecânico de novos dispositivos para desenrolar fios (telas), se implantado, permite que os desperdícios de fios, reduzam significativamente e contribuam para a redução dos custos de matéria prima, custos da qualidade, e desperdícios de material, ambientalmente, perigoso. Além disso, atua na melhoria da qualidade de vida dos funcionários e elimina uma operação do processo.

O balanceamento da produção e implantação do procedimento operacional padrão (POP) auxiliou no cotidiano dos funcionários da produção, organizando de maneira lógica e sincronizada as atividades, aumentando o entendimento de dependência e colaboração entre eles, e permitiu, aos responsáveis pela produção e compras, controlar e coordenar suas atividades.

A implantação dos indicadores de produção e vendas propiciou à direção da empresa monitorar os resultados de seus principais setores, que anteriormente não possuíam controle, apontar onde recursos devem ser investidos, explicitar carências e pontos fortes de capacidade.

O estudo de custos realizado com base no método de custeio por absorção unificou os resultados anteriormente alcançados por este trabalho, elucidou a direção da empresa em relação aos seus gastos e preço de venda, que diretamente influenciam o mercado consumidor, direcionou qual era o foco para novos ciclos de melhoria e redução de custos da qualidade, e

concedeu um sistema de custeio que, se constantemente alimentado, fornece informações financeiras, contábeis e fiscais úteis para a gestão de recursos.

## **4.2 Limitações do Trabalho**

As dificuldades encontradas estão intimamente relacionadas:

- À resistência a mudança cultural dos funcionários e direção;
- À falta de prática dos funcionários e direção com procedimentos padronizados e sistêmicos;
- Ao processo de produção oneroso e arcaico;
- Limitação de recursos financeiro e humano.

## **4.3 Trabalhos Futuros**

A qualidade é um processo constante de mudanças no qual a melhoria de processos e produtos deve ser contínua, neste sentido sugere-se para trabalhos futuros:

- Realização de Diagrama *Sphagetti*, para estudo de desperdícios com movimentação e paradas;
- Realização de outros tipos de análise de tendência, com os dados históricos de produção e vendas, que não a linear, para implantação de programação de produção;
- Acompanhamento da implantação de novas telas;
- Criação de estratégia de vendas, que diminua os déficits ainda encontrados entre produção e vendas;
- Implantação e monitoramento do sistema de indicadores de desempenho formulado;
- Continuidade dos ciclos de melhoria: melhoria nas operações de acabamento manual, corte na guilhotina, tufagem, por exemplo, entre outros.

## 5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **Indústria do Pet no Brasil: Mercado, Perspectivas e Reciclagem**. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br>>. Acesso em Setembro, 2015.

AMERICAN SOCIETY OF QUALITY. **Princípios dos Custos da Qualidade: Princípios, Implementação e Uso**. 3ªed. ASQ *Quality Press*:1999. Páginas 3 a 5.

BANK, J. **Qualidade Total, Manual de Gestão**. Mem Martins: Edições CETOP, 1998. ISBN 972-641-456-3

BOND, E. **Medição de Desempenho para um Cenário de Empresas de uma Cadeia de Suprimentos**. São Carlos, 2002. 125p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, Universidade de São Paulo.

BURGESS, T. F. **Modelling Quality-Cost Dynamics**. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 13 Iss 3 pp. 8 – 26, 1996.

CHANG, S. J., HYUN, Y. e PARK, E. H. **Quality Costs In Multi-Stage Manufacturing Systems**. Computers & Industrial Engineering Vol 31: páginas 115-118.1996.

CROSBY, P. B. **Qualidade Falada a Sério**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1990.

CUSIN, M. *et al.* **Controle dos Custos da Qualidade**. In: 1º Simpósio Científico FTSG de Graduação e Pós-Graduação, 1, 2011. Caxias do Sul – RS. Disponível em: <<http://ojs.ftsg.edu.br/index.php/1simp/article/view/45/44>>.

DEMING, W. Edward. **Qualidade: a revolução da administração**. Tradução de clave comunicações. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FEIGENBAUM, A.V. **Controle da Qualidade Total: Gestão e Sistemas**. V.1 São Paulo: Makrom Books, 1994.

HRONEC, Stevem M. **Sinais Vitais: Usando Medidas do Desempenho da Qualidade, Tempo e Custo para Traçar a Rota Para o Futuro de Sua Empresa**. São Paulo: Makron Books, 1994.

G1. **Mercado Vê Inflação de 9,12% para 2015**. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/mercados/noticia/2015/07/mercado-ve-inflacao-de-912-em-2015.html>. Acesso em Julho de 2015.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da Qualidade Handbook: Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade**. 4. ed., v. 1. São Paulo: Makron Books, 1991.

JURAN, J.M. **Qualidade Desde o Projeto: Novos Passos para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A Estratégia em Ação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MIGUEL, P. A. M. *et al.* **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

NUINTIN, A. A. **O Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho e da Qualidade para o Processo de Produção: Estudo de Casos de Processos de Produção do Café**. 2007, 143 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade**. Porto Alegre, 1997.

SCHIFFAUEROVA, A.; THOMSON, V. **Managing Cost Of Quality: Insight Into Industry Practice**. The TQM Magazine, Bradford, v. 18, n. 5, p. 542-550, 2006a.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SILVEIRA, C. G. da. **Proposta de um método para auxiliar na definição de um diretriz estratégica da qualidade**. 2011, 181 f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. UNISINOS, São Leopoldo, 2011.

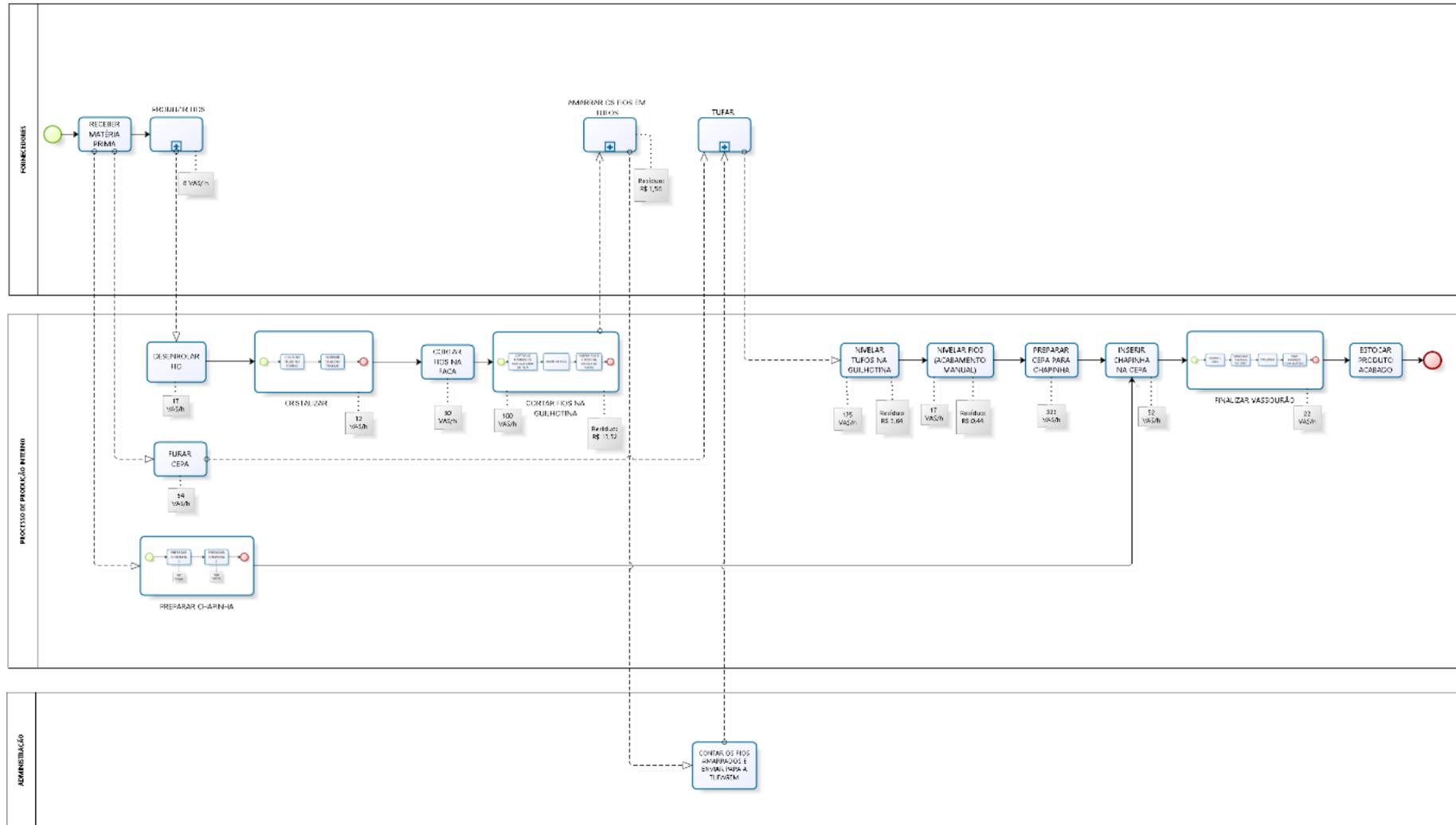
SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; HARLAND, C.; HARRISON, A. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SORQVIST, L. **Difficulties In Measuring The Cost Of Poor Quality**. European Quality, Vol. 4 No. 2, p. 40. 1997.

TATIKONDA, L.U, TATIKONDA, R.J. **Measuring And Reporting The Cost Of Quality**, Production & Inventory Management Journal, Vol. 37, p. 1. 1996.

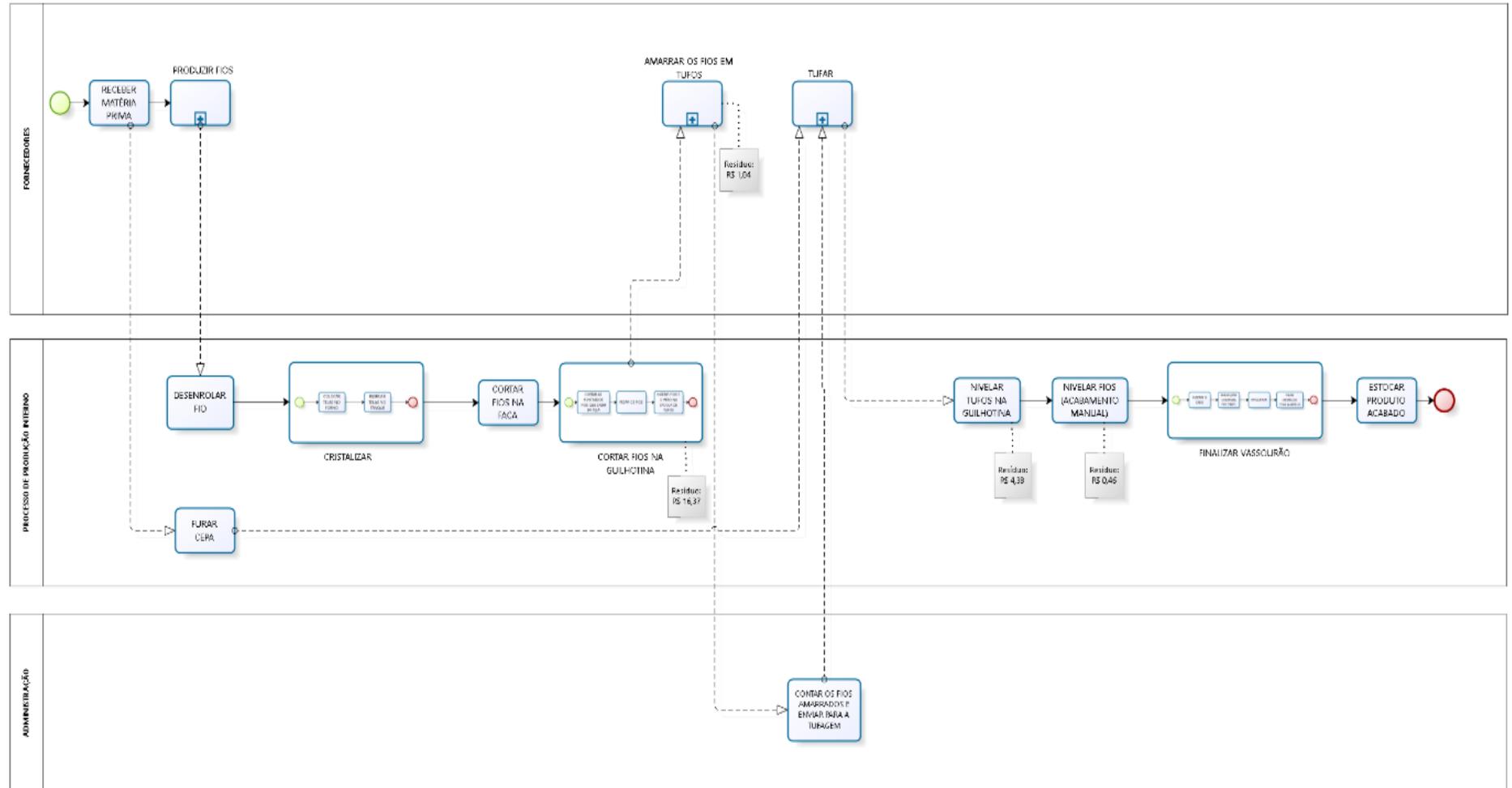
# APÊNDICE 1

Figura 25: Mapeamento do Processo Produtivo de Vassourão



## APÊNDICE 2

Figura 26: Mapeamento do Processo Produtivo de Vasouras



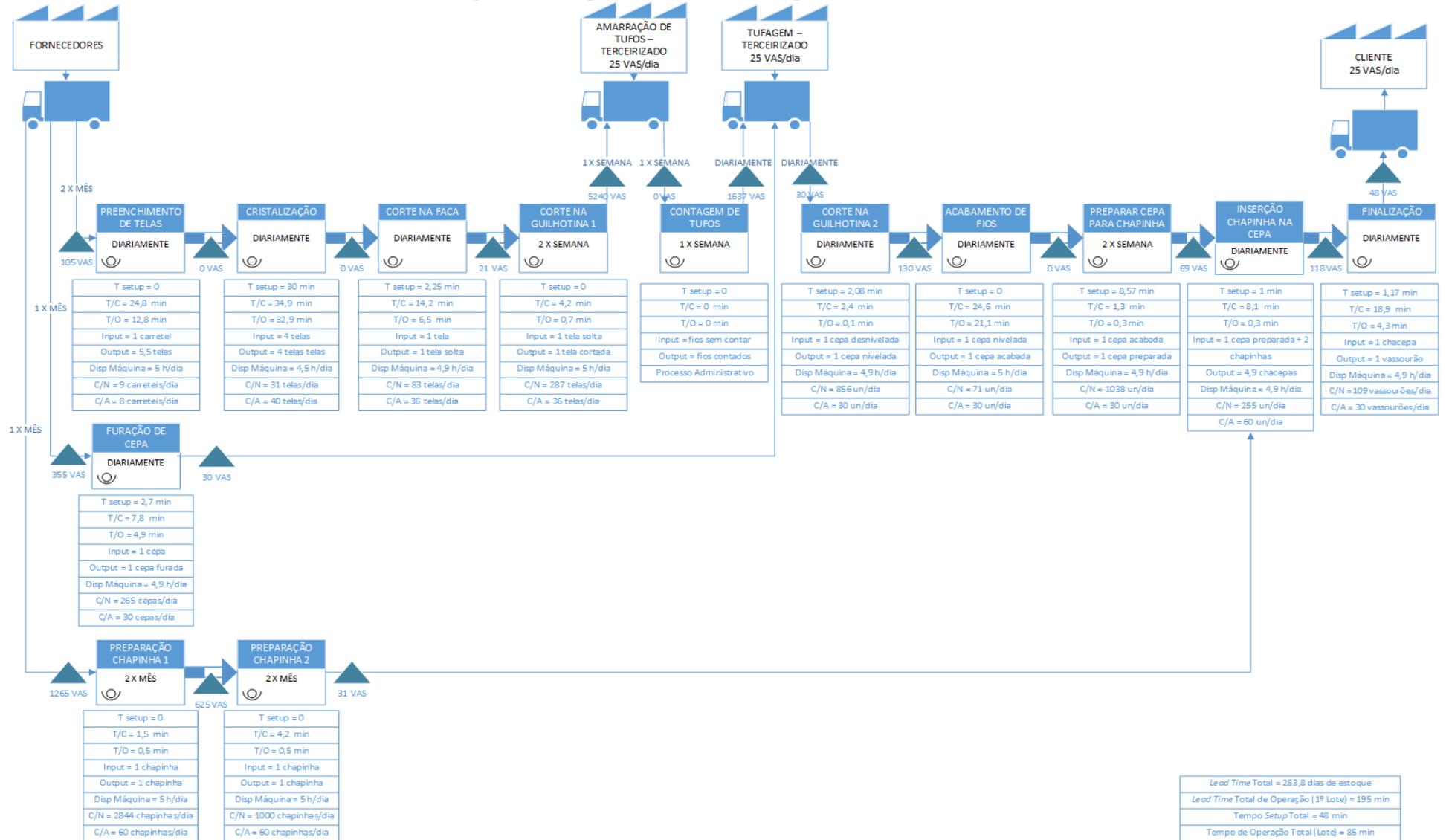
## APÊNDICE 3

Quadro 29: Ficha para Mapeamento

Responsável pela coleta dados:
Linguagem utilizada:
Data da coleta:
Entrevistado:
Nome do Produto:
Nome do Processo:
Tipo: ( ) Abstrato ( ) Privado ( ) Colaboração
Descrição (atividades e tarefas):
Indicador:
Cliente:
Fornecedor:
<i>Input:</i>
Frequência <i>input</i> :
<i>Output:</i>
Frequência <i>output</i> :
Frequência da operação:
Documentos utilizados:
Tempo de ciclo (agrega valor + não agrega valor): T1= T2= T3=
Tempo de operação (Agrega Valor): T1= T2= T3=
Quantidade de mão de obra necessária:
Quantidade de mão de obra utilizada:
Máquina/Equipamento utilizados:
Quantidade de Máquina/Equipamento necessários:
Quantidade de Máquina/Equipamento utilizados:
Tamanho do lote:
Quantidade estoque antes operação:
Quantidade estoque após operação:
Custo conhecido:

## APÊNDICE 4

Figura 27: Mapa de Fluxo de Valor para Vassourão



**APÊNDICE 5**  
**Quadro 30: SIPOC**

**Processo 3:** Cortar Fios com Faca

**Objetivo:** Cortar fios cristalizados da tela utilizando facas aquecidas.

**Responsável:** Funcionário 1 e 2

<b>Fornecedores</b>	<b>Inputs</b>	<b>Etapas do Processo</b>	<b>Outputs</b>	<b>Cientes</b>
Cristalização	Telas com fios cristalizados	1. Ligar fogão	Fios cortados e dobrados ao meio	Cortar na Guilhotina
	Fogão	2. Aquecer facas		
	Três facas	3. Retirar tela do apoio de madeira		
	Balcão	4. Colocar tela sobre balcão próximo ao fogão		
		5. Retirar uma faca e passar sobre uma extremidade da tela		
		6. Alternar facas até terminar de cortar fios da tela		
		7. Retirar fios da tela		
		8. Unir fios dobrados pela metade		
		9. Guardar em prateleira		

**Observações:**

**Dificuldades:**

Processo extremamente artesanal  
 Segurança (gases tóxicos)

**Oportunidades para Melhoria:**

Tempo de corte  
 Segurança  
 Equipamento novo

## APÊNDICE 6

Quadro 31: Descrição de Gastos

	Descrição do Gasto / Receita	Data	
		Banco	Caixa
	<b>Saldo inicial</b>		
	<b>ENTRADAS</b>		
	Venda de produtos de outros fabricantes - à vista		
	Venda de produtos próprios - à vista		
	Venda de serviços - à vista		
	Venda de produtos de outros fabricantes - à prazo		
	Venda produção próprios - à prazo		
	Venda de serviços - à prazo		
	Recebimento Duplicatas		
	Recebimento Cheques		
	Rendimentos de Aplicações		
	Juros recebidos - duplicatas em atraso		
	Estorno de Juros LIS		
	Venda de Sucatas		
	<b>Total das entradas</b>		
<b>ITEM</b>	<b>SAÍDAS</b>		
	<b>Pagamentos de Impostos, Taxas e Contribuições</b>		
1	DAS - Documento de Arrecadação do Simples Nacional		
2	Taxas imobiliárias - prefeitura		
3	Taxas corpo de bombeiro		
4	IPTU		
	<b>Pagamento Materiais / Serviços</b>		
5	Fornecedores Matéria Prima - Cepa		
6	Fornecedores Matéria Prima - Carretel		
7	Fornecedores Matéria Prima - Chapinha		
8	Fornecedores Matéria Prima - Cabo		
9	Fornecedores Matéria Prima - Rodo de Alumínio		
10	Fornecedores Matéria-Prima - Espuma		
11	Fornecedores Matéria Prima - Etiquetas		
12	Fornecedores Matéria Prima - Outras		
13	Fornecedor de Ferramentas, EPI		
14	Fornecedores Serviços - Torneiro, Mecânico		
15	Fornecedores Serviços - Consultorias		
16	Fornecedores Serviços - Outros		
17	Fornecedores Produtos Intermediários - Tufos		
18	Fornecedores Produtos Intermediários - Cepa Tufada		
18	Fornecedor de Vassoura de Palha		
20	Frete/Transporte Matéria Prima		
21	Frete/Transporte Produtos Acabados		

22	Materiais de Embalagens		
	<b>Pagamento Gastos Edificações, Ocupação</b>		
23	Energia elétrica - Copel		
24	Água / Esgoto - Sanepar		
25	Aluguel		
26	Telefone Fixo		
27	Celular		
28	Monitoramento		
29	Manutenção Predial		
30	Conserto / Reparo Predial		
	<b>Pagamento Gastos com Pessoal</b>		
31	Sindicato/ Associação		
32	Comissões		
33	Pró-labore		
34	Salário Funcionários		
35	FGTS		
36	INSS		
37	IRRF		
38	Adiantamento de salários		
39	Vale refeição		
40	Bonificações		
41	Prêmio por produtividade		
42	Seguro Funcionários		
43	Vale transporte		
44	Uniformes		
45	Adiantamento de férias		
46	Adiantamento de 13º salário		
47	Férias		
48	13º salário		
49	Exames Admissionais/ Demissionais		
	<b>Pagamento Gastos Financeiros</b>		
50	Tarifa Máquina de Cartão (Débito Cielo)		
51	Tarifa de manutenção de conta		
52	IOF		
53	Imposto ICMS		
54	Despesas Bancárias		
55	Juros sobre empréstimos/financiamentos		
56	Juros LIS		
57	Tarifas bancárias		
58	Taxa de Boleto		
59	Taxa administrativa de cartões - Anuidade		
60	Tarifa sobre excedente de limite (CROT)		
61	Adiantamento de depósito		
62	COB LOT. (Cobrança Bancária)		

63	Juros pagos por duplicatas em atraso		
	<b>Pagamento de despesas administrativas</b>		
64	Combustível		
65	Seguros		
66	Escritório Contabilidade		
67	Material de escritório		
68	Impressos encadernações		
69	Sistemas		
70	Impressos Gráficos		
	<b>Pagamento de despesas com vendas</b>		
71	Publicidade e propaganda		
72	Combustíveis		
73	Impressos Gráficos - Folders, cartões		
74	Despesas com viagem		
75	Hospedagem, Estadia		
76	Frete com vendas		
77	Correio		
78	Mala direta		
79	Autenticação Documentos		
80	Taxa Jurídica		
81	Consulta com Cadastro - Serasa Acim		
	<b>Despesas gerais</b>		
82	Produtos de higiene e limpeza		
83	Despesa com copa e cozinha		
84	Alimentação		
85	Correio		
	<b>Descrição de Outros</b>		
86	Doação		
	<b>Despesa com Máquinas e Ferramentas</b>		
87	Compra de Máquinas		
88	Manutenção de Máquinas		
89	Compra de Ferramentas		
90	Manutenção de Ferramentas		
91	Compra de chaves, serras		
	<b>Total das Saídas</b>		
	<b>Saldo Final</b>		

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**