

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
E PROCESSOS INDUSTRIAIS - MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CONTROLE E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS
INDUSTRIAIS

Gilson Gilmar Holzschuh

CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE RÁFIA
PADRONIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS

Santa Cruz do Sul, 27 de Novembro de 2009.

Gilson Gilmar Holzschuh

CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE RÁFIA
PADRONIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Processos Industriais – Mestrado, Área de Concentração em Controle e Otimização de Processos Industriais, da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas e Processos Industriais.

Orientadora: Dra. Liane Mählmann Kipper

Coorientador: Dr. Marco Flôres Ferrão

Santa Cruz do Sul, 27 de Novembro de 2009.

Gilson Gilmar Holzschuh

CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE RÁFIA
PADRONIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS

Esta dissertação foi submetida ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Processos Industriais – Mestrado, no dia 18 de dezembro de 2009, com a seguinte banca examinadora:

Prof. Dra. Liane Mählmann Kipper

Prof. Dr. Marco Flôres Ferrão

Prof. Dr. Elpidio Oscar Benitez Nara

Prof. Dr. Geraldo Lopes Crossetti

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado na empresa Ráfia Embalagens, bem como um estudo experimental realizado no laboratório da UNISC, seu tema tem como base o controle de qualidade na indústria de rafia, uma padronização e otimização dos processos com foco na extrusão de rafia, o qual é processado por uma extrusora monorosca do tipo “balão”. Primeiramente, foi realizada uma análise da situação inicial da indústria e avaliação do problema. Constatou-se que o problema principal era a geração de resíduos no processo e problemas de controle de qualidade do produto. Com isso, foi realizada uma coleta de dados através de planilhas de controle de processos com foco na formulação da extrusão, considerada fator principal na qualidade do produto e formação de resíduos. Com base na fórmula inicial de extrusão, foram elaboradas outras três amostras onde se acrescentou material reprocessado para verificar a viabilidade de reaproveitamento e redução no custo da indústria. As amostras foram analisadas no laboratório da UNISC. Os ensaios foram realizados no equipamento Emic DL 10000, utilizando a norma ASTM 882, que demonstraram a viabilidade de acréscimo de material reprocessado de 1,97%, apresentando uma redução do custo em 0,986%. Para o gerenciamento de processos foram utilizadas ferramentas como o método do Grupo GAV e algumas ferramentas de gestão da qualidade. Além disso, também foi introduzido um novo macro-processo no organograma da empresa: o setor de controle de qualidade e treinamento, que tem como objetivo conduzir o controle de qualidade e avaliação dos processos e promover treinamento dos colaboradores. Destaca-se ainda, um programa de remanufatura e apoio mútuo na cadeia produtiva com o reuso dos resíduos de produção em outros segmentos como matéria-prima.

Palavras Chave: Extrusão, rafia, processos, padronização e otimização.

ABSTRACT

This work presents a case study carried out at Ráfia Embalagens through an experimental study at the UNISC laboratory. Its subject has as base the quality control in the raffia industry, standardization and optimization of the processes with focus in the raffia extrusion, which is processed by mono-thread extruder, the “balloon” type. The work initiated with the analysis of the initial situation of the industry and evaluation of the problem. It was noticed that the main problem was the generation of residues in the process and problems with the quality control of the product. With this, data was collected through spread sheets of process control with focus on the extrusion formulation, considered a main factor in the product quality and formation of residues. With the initial extrusion formula as, we elaborated other three samples where reprocessed material was added to verify the viability of reuse and cost reduction in the industry. The samples were analyzed in the UNISC laboratory. The tests were carried out in the Emic DL 10000 equipment using norm ASTM 882 and had demonstrated viability in the addition of 1,97% of reprocessed material, presenting a reduction of 0,986% of the cost. For the management of processes tools were used as Group GAV mapping methods and tools of quality management. Moreover, a new macro-process was introduced in the organization chart of the company: the sector of training and quality control that has as objective to lead the quality control and evaluation of the processes and to promote training of the collaborators. One of the results of the study is highlighted, the proposal of a Program of Remanufacture and Mutual Support in the productive chain with the reuse of production residues in other segments as raw material.

Key Words: Extrusion, raffia, processes, standardization e optimization

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo incentivo, apoio e compreensão por todos os momentos em que estive ausente.

Ao professor Dr. Geraldo Lopes Crossetti pela orientação na parte inicial deste trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de Mestrado pela amizade e troca de conhecimento.

Aos professores Drs. Liane Mählmann Kipper e Marco Flôres Ferrão, orientadores deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Empresas Transformadoras de Plástico.....	19
Figura 2.	Empregados no Setor Plástico.....	20
Figura 3.	Produção de Produtos Transformados Plásticos.....	20
Figura 4.	Consumo per capita de resinas termoplásticas no Brasil.....	21
Figura 5.	Curva tensão-deformação generalizada para polímeros.....	24
Figura 6.	Esquema de uma extrusora monorosca.....	31
Figura 7.	Fotografia de uma placa perfurada.....	32
Figura 8.	Representação esquemática da posição das telas filtro com anel de vedação, no sistema de filtragem.....	33
Figura 9.	Formação do balão.....	34
Figura 10.	Representação Esquemática do Gerenciamento de Processos.....	42
Figura 11.	As cinco fases do APE.....	44
Figura 12.	Mapeamento do processo.....	45
Figura 13.	Etapas da Aplicação da Metodologia do GAV.....	47
Figura 14.	Visão geral do método de análise e solução de problemas.....	53
Figura 15.	Organograma dos Macro-Processos da Indústria de Ráfia	60
Figura 16.	Estiramento da fita	61
Figura 17.	Entrada de massa no filtro	62
Figura 18.	Saída de massa do filtro	62
Figura 19.	Bobinas de fita de trama e de urdume.....	62
Figura 20.	Amostra do teste de gramatura.....	64
Figura 21.	Bobinadeira de fitas.....	67
Figura 22.	Gaiolas dos Teares.....	68
Figura 23.	Painel do Tear.....	69
Figura 24.	Bobinador de saída do tecido.....	69
Figura 25.	Novo Organograma dos Macro-Processos da Indústria de Ráfia.....	74
Figura 26.	Cumprimento de Especificações e Requisitos.....	75
Figura 27.	Mapeamento dos Processos da Indústria de Ráfia.....	76
Figura 28.	Mapeamento de Entradas e Saídas de Insumos e Produtos.....	78
Figura 29.	Gráfico do mapeamento dos resíduos 2º sem 2007.....	79
Figura 30.	Gráfico do Mapeamento dos resíduos 1º sem 2008.....	80

Figura 31.	Gráfico do Mapeamento dos Pontos Críticos de Controle.....	82
Figura 32.	Máquina de ensaios de tração modelo Emic DL 10000 versão 3.05.....	85
Figura 33.	Gráfico dos Indicadores da Evolução dos Resultados.....	92
Figura 34.	Fluxo da cadeia produtiva de remanufatura.....	94
Figura 35.	Proposta de um organograma do setor de controle de qualidade e treinamento ..	95
Figura 36.	Definição do fluxograma do processo de extrusão.....	99
Figura 37.	Diagrama de causa e efeito do estudo do processo de extrusão na geração de resíduos.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Temperaturas importantes em polímeros.....	23
Tabela 2.	As fases e objetivos associados da Metodologia de APE de Harrington.....	44
Tabela 3.	Ferramentas estruturais.....	50
Tabela 4.	Ferramentas estatísticas.....	51
Tabela 5.	Identificação das funções nos macro-processos e processos.....	60
Tabela 6.	Comparação entre as principais variáveis do processo de tecelagem.....	63
Tabela 7.	Formulação da extrusão definida pela gerencia.....	77
Tabela 8.	Formulação da extrusão coletada pela planilha de dados.....	77
Tabela 9.	Resultado do Brainstorming de priorização dos problemas.....	81
Tabela 10	Fórmula da trama e do urdume da Amostra 01.....	85
Tabela 11	Fórmula da trama e do urdume da Amostra 02.....	86
Tabela 12	Fórmula da trama e do urdume da Amostra 03.....	87
Tabela 13	Fórmula da trama e do urdume da Amostra 04.....	89
Tabela 14	Resumo do Custo da Fórmula.....	90
Tabela 15	Plano de ação do setor de controle de qualidade.....	96
Tabela 16	Plano de ação do setor de treinamento.....	97

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Mapeamento dos resíduos 2º sem 2007.....	108
Anexo 2.	Planilha de controle de extrusão.....	109
Anexo 3.	Mapeamento dos resíduos 1º sem 2008.....	110
Anexo 4.	Custo da Formula Teste 01.....	111
Anexo 5.	Custo da Formula Teste 02.....	112
Anexo 6.	Relatório de Ensaio 01.....	113
Anexo 7.	Custo da Formula Teste 03.....	114
Anexo 8.	Custo da Formula Teste 04.....	115
Anexo 9.	Relatório de Ensaio 02.....	116
Anexo 10	Relatório de Ensaio 03.....	117
Anexo 11	Evolução dos Resultados.....	118
Anexo 12	Planilha de controle de extrusão.....	119

LISTA DE SIGLAS

ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria de Plásticos
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
APE	Aperfeiçoamento de Processos Empresariais
CP	Corpo de Prova
DM	Direção da Máquina
DT	Direção Transversal a Máquina
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
GAV	Grupo de Análise de Valor
GP	Gerenciamento de Processo
IBM	International Business Machines
MASP	Método de Análise de Solução de Problemas
PCC	Ponto de Controle Crítico
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PPGEP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivo específicos.....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 Estrutura do Trabalho.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 Indústria de Plásticos.....	19
2.2 Os Polímeros.....	22
2.2.1 Propriedades Mecânicas dos Polímeros.....	22
2.2.2 Comportamento Tensão-Deformação.....	24
2.3 Caracterização dos Produtos Usados na Extrusão de Ráfia.....	26
2.3.1 Polipropileno.....	26
2.3.2 Polietileno.....	27
2.3.3 Aditivos para Polímeros.....	27
2.4 Extrusão.....	30
2.5 Controle de Qualidade.....	36
2.5.1 Índice de Fluides.....	37
2.5.2 Densidade.....	37
2.5.3 Orientação molecular.....	37
2.5.4 Resistência a Tração e Escoamento e Módulo de Elasticidade.....	38
2.6 Reciclabilidade dos plásticos.....	38
2.7 Metodologias de Gerenciamento de Processos.....	41
2.7.1 A Metodologia de Aperfeiçoamento de Processos Empresariais de Harrington	43
2.7.2 A metodologia de Gerenciamento de Processos Aplicada pela IBM do Brasil	45
2.7.2.1 Primeira Fase: Definição do Processo.....	45
2.7.2.2 Segunda fase: Identificação de Oportunidades de Melhoria.....	46
2.7.2.3 Terceira Fase: Garantia da Melhoria do Processo.....	46
2.7.3 A Metodologia de Gerenciamento de Processos do GAV.....	46
2.8 Análise e Solução de Problemas.....	49
2.8.1 Ferramentas da Qualidade.....	49

2.8.1.1	Ferramentas Estruturais.....	49
2.8.1.2	Ferramentas Estatísticas.....	50
2.8.2	Método de solução de problemas.....	51
2.8.3	Ciclo PDCA.....	54
3.	METODOLOGIA.....	56
3.1	Caracterização da Pesquisa.....	56
3.2	Delimitação do Estudo	56
3.3	Análise e Aquisição dos Dados.....	56
4.	DESENVOLVIMENTO.....	59
4.1	Apresentação do Problema.....	59
4.1.1	Descrição dos Processos.....	61
4.1.1.1	Extrusão.....	61
4.1.1.2	Tecelagem.....	63
4.1.1.3	Impressão.....	65
4.1.1.4	Corte e Costura.....	65
4.1.2	Análise da Situação.....	65
4.1.2.1	Extrusão.....	66
4.1.2.2	Características das Extrusoras.....	67
4.1.2.3	Tecelagem.....	68
4.1.2.4	Características dos Teares.....	69
4.1.2.5	Funcionamento dos teares e formação do tecido.....	70
4.1.2.6	Características do tecido.....	71
4.1.2.7	Estudo das falhas de tecido.....	71
4.1.2.8	Resíduos de Tecelagem.....	72
4.1.2.9	Acabamento.....	72
4.2	Aplicação do Método do Grupo GAV para obtenção dos resultados.....	72
4.2.1	Base para o Gerenciamento dos Processos.....	73
4.2.1.1	Missão e visão da empresa.....	73
4.2.1.2	Estrutura da empresa e recursos utilizados.....	73
4.2.1.3	Definição das equipes e seu treinamento.....	74
4.2.1.4	Clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos.....	74
4.2.1.5	Mapa dos Processos.....	75
4.2.2	Definição e Análise dos Processos.....	76

4.2.2.1	Definição dos processos prioritários e produtos envolvidos.....	76
4.2.2.2	Mapeamento das entradas e saídas dos processos e seus resíduos gerados.....	78
4.2.2.3	Avaliação e priorização dos problemas.....	80
4.3	Identificação dos pontos críticos de controle.....	81
4.4	Padronizar e otimizar o processo de extrusão de rafia, visando reduzir os resíduos dos processos e os custos de produção.....	84
4.4.1	Testes de Qualidade.....	84
4.4.1.1	Primeiro Ensaio.....	85
4.4.1.2	Segundo Ensaio.....	87
4.4.1.3	Terceiro Ensaio.....	88
4.5	Identificar e analisar indicadores de desempenho de resultados.....	90
4.6	A cadeia produtiva e remanufatura nos processos de industrialização do resíduo.....	93
4.7	Proposta de implantação de um programa de controle de qualidade e treinamento.....	95
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
6.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	104
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
8.	LISTA DE ANEXOS.....	108

1 INTRODUÇÃO

A indústria de rafia pertence ao grupo da terceira geração da cadeia produtiva do setor petroquímico. A primeira geração é formada pelas centrais de matérias-primas. A segunda é composta pelos produtores de resinas e as indústrias de transformação formam a terceira geração deste seguimento (Instituto Euvaldo Lodi, 2005). A indústria de rafia utiliza como matéria-prima principal o Polipropileno, resina que teve a sua introdução no mercado em 1954 e se tornou uma das mais importantes resinas termoplásticas da atualidade, continuando ainda como a resina de maior crescimento. Hoje em dia o polipropileno é o terceiro termoplástico mais vendido no mundo (abaixo do polietileno baixa densidade e do PVC), representando vendas físicas em torno de 17 milhões t/a com um valor superior a US\$ 11 bilhões/ano.

As embalagens de rafia são utilizadas para o embalamento de diversos produtos da economia brasileira. Nos diversos setores da cadeia produtiva, além de proporcionar a segurança e garantir a integridade dos produtos, a embalagem representa a imagem do fabricante, atuando como instrumento de publicidade. Seu principal atrativo está no fato de seu reuso, ou seja, após o seu uso a embalagem não gera lixo, é reaproveitada para outros fins, como por exemplo: ensacar sementes para armazéns, embalar fertilizantes, ensacar insumos, entre outras aplicações. Sua principal característica é a resistência e durabilidade comparada a outras embalagens.

Rafia é o nome de uma palmeira, cujas fibras muito resistentes costumavam ser utilizadas para a fabricação de tecidos e cordas. Com o advento dos processos de transformação de plásticos, passou-se a empregar o nome rafia às fitas planas produzidas por extrusão para o mesmo tipo de emprego. Sua composição tem como base o polipropileno, polietileno de baixa densidade e aditivos.

A embalagem de rafia é constituída por diversas fitas de rafia com largura entre 2mm a 6mm. Seu processo de manufatura começa com o processo de extrusão do polipropileno, o qual é extrudado, formando um filme tubular e, posteriormente, dividido em diversas partes resultando em fitas, as quais são orientadas, tracionadas e enroladas em tubetes para depois

serem tecidas pelos teares. Nesta fase, já estruturado e denominado como tecido tubular, o material passa para o setor de acabamento, onde é impresso, cortado, costurado e enfardado, para então ser direcionado ao cliente final como embalagem.

Os dados para realização deste trabalho foram coletados em uma indústria de rafia da região metropolitana de Porto Alegre - RS. Nas diversas fases do processo de produção, a embalagem de rafia tem como resultados diversos tipos de resíduos, sendo este o grande problema das indústrias de embalagens, o qual será objeto de estudo neste trabalho. Para tanto, apresenta-se neste trabalho, uma metodologia para padronizar e otimizar os processos da indústria de rafia de forma a reduzir os resíduos de produção e os custos dos processos, gerando ações para a implantação de um programa de controle de qualidade na indústria. Este trabalho apresenta informações, no sentido de identificar os pontos críticos de controle do processo, mapeamento dos processos, identificação e classificação dos resíduos, objetivando encontrar formas de apoio mútuo na cadeia produtiva e remanufatura nos processos de industrialização e visando desenvolver condições de reuso destes resíduos junto ao processo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi realizar um Mapeamento de Processos de forma a padronizar e otimizar os processos para reduzir os resíduos de produção e os custos dos processos, buscando sugerir a implantação de um programa de controle de qualidade na indústria de rafia.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Mapear os processos utilizando o método do Grupo GAV;
- Identificar os pontos críticos de controle;
- Padronizar e otimizar o processo de extrusão de rafia, visando reduzir os resíduos dos processos e os custos de produção;
- Identificar e analisar indicadores de desempenho;

- Desenvolver um programa de apoio mútuo na cadeia produtiva e remanufatura nos processos de industrialização do resíduo;
- Sugerir implantação de um programa de controle de qualidade;

1.2 Justificativas

O aumento da competitividade é o grande desafio enfrentado pelas empresas brasileiras. A crescente globalização ocasiona um expressivo aumento da concorrência entre as indústrias, resultando em uma intensa evolução no mercado interno e externo. As empresas buscam um melhor desempenho nos seus processos, associado à melhoria da qualidade, mediante melhor controle dos processos produtivos, de forma a reduzir desperdícios e utilizar plena capacidade dos recursos.

Desta forma, é fundamental a adoção de alternativas inovadoras para o controle da qualidade e dos processos, exigindo um constante aprimoramento e redução de custos e com isso, tornar-se estável no mercado. Assim, justificam-se uma busca na melhoria do controle de qualidade e redução dos desperdícios nos processos, com enfoque no processo de extrusão, em que ocorre o principal investimento da indústria de rafia, definindo o melhor desempenho aos demais processos. E ainda, evitar perdas no processo com a reutilização dos resíduos gerados.

1.3 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho está subdividida pelas seguintes etapas: introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, desenvolvimento, conclusão e recomendações e referências bibliográficas.

A introdução dá uma tomada geral da indústria de rafia, apresenta a definição do nome da rafia e introduz uma breve apresentação dos processos da indústria de rafia. Encontra-se o tema e o problema de pesquisa, seus objetivos, a justificativa da sua relevância na atualidade.

O segundo capítulo trata do referencial teórico que fundamenta o trabalho desenvolvido. Os assuntos tratados versam inicialmente sobre o contexto dos plásticos na situação atual no

Brasil e no Mundo, definições técnicas dos plásticos e seus materiais, metodologias para o gerenciamento dos processos e reciclabilidade dos plásticos.

O terceiro capítulo relata a metodologia utilizada no trabalho, caracterização da pesquisa, ambientação e delimitação do espaço de estudo, formalização da análise da aquisição dos dados e a base para a formação do trabalho.

Já o capítulo quatro apresenta o desenvolvimento do trabalho, iniciando com a apresentação do problema e com a descrição da situação atual, apresentando fotos e descrevendo as características dos equipamentos utilizados na indústria de rafia e a formação dos resíduos. Demonstra a utilização parcial da metodologia do GAV, da Universidade Federal de Santa Catarina, apresenta uma tomada de identificação de pontos críticos de controle de processos. Apresenta uma estratégia de padronização e otimização de processos, utilizando ensaios de laboratório e planilhas de controle de dados. Ainda, relata uma descrição de indicadores de desempenho e uma relação de troca da cadeia produtiva entre empresas. E, por fim, apresenta uma sugestão de implantação de um programa de controle de qualidade na indústria.

No quinto capítulo são apresentadas às conclusões da pesquisa, as sugestões e recomendações para trabalhos futuros. Em seguida estão listadas as referências bibliográficas utilizadas e os documentos anexos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir são apresentados os fundamentos teóricos que embasaram este estudo sobre a indústria de rafia. Foram destacados temas como pesquisas estatísticas sobre a indústria de plásticos, definições e conceitos dos polímeros, produtos utilizados na extrusão de rafia, controle de qualidade, reciclabilidade, metodologias de gerenciamento de processos e metodologia de solução de problemas.

2.1 Indústria de Plásticos

A indústria de plásticos no Brasil compreende 11.329 empresas. Segundo informações da Abiplast (2008), em 2007, o número de empresas se manteve praticamente estável em relação a 2006, quando haviam 11.263 empresas, Figura 1. (aumento de 0,5% - 66 novos estabelecimentos). O setor apresenta um grande número de pequenas empresas. As poucas grandes empresas detêm posições de destaque dentro do mercado e são altamente competitivas em termos de tecnologia e produtos diferenciados. (ABIPLAST, 2008)

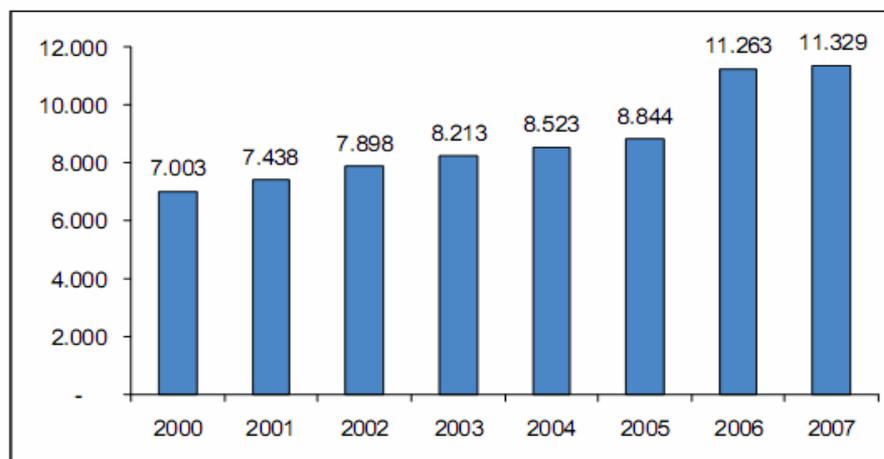


Figura 1: Empresas Transformadoras de Plástico – 2000/2007

Fonte: ABIPLAST, 2008.

Aproximadamente 85% das empresas transformadoras de material plástico estão localizadas nas regiões Sudeste e Sul do País. O Estado de São Paulo concentra 44,6% do total de estabelecimentos no Brasil (5.061 estabelecimentos). No Rio Grande do Sul, estão 11%; em Santa Catarina 8%; no Paraná, 8%; em Minas Gerais 7%, e no Rio de Janeiro, 5% do total de estabelecimentos brasileiros. (ABIPLAST, 2008)

A utilização de mão de obra intensiva é uma das características do setor de transformação de material plástico. As estimativas para 2008 indicam que o setor empregava 314.794 empregados diretos, representando um crescimento de 1,18% comparativamente a 2007, quando haviam 311.118 empregados no setor, Figura 2. (ABIPLAST, 2009).

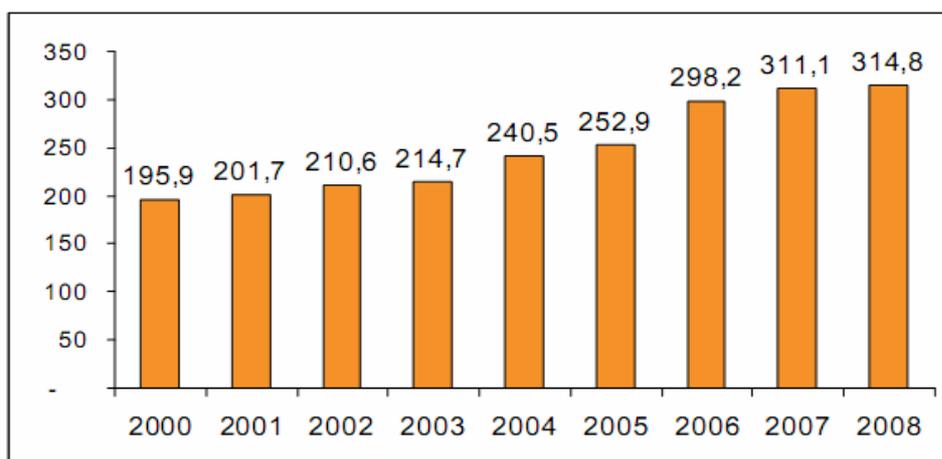


Figura 2: Empregados no Setor Plástico 2000/2008 (em mil pessoas)

Fonte: ABIPLAST, 2009.

Em 2008, o setor de transformação de material plástico processou 5,14 milhões de toneladas de resinas termoplásticas, Figura 3, representando um aumento de 5,3% relativamente à produção de transformados plásticos no ano anterior. Por sua vez, o consumo aparente de transformados plásticos foi de 5,29 milhões de toneladas, 6,8% maior ao de 2007. Comparativamente ao ano 2000, o consumo de transformados plásticos cresceu de forma acumulada na razão de 33%, já que no ano de 2008 foram consumidos 1,3 milhões de toneladas a mais do que no ano de 2000. (ABIPLAST, 2009)

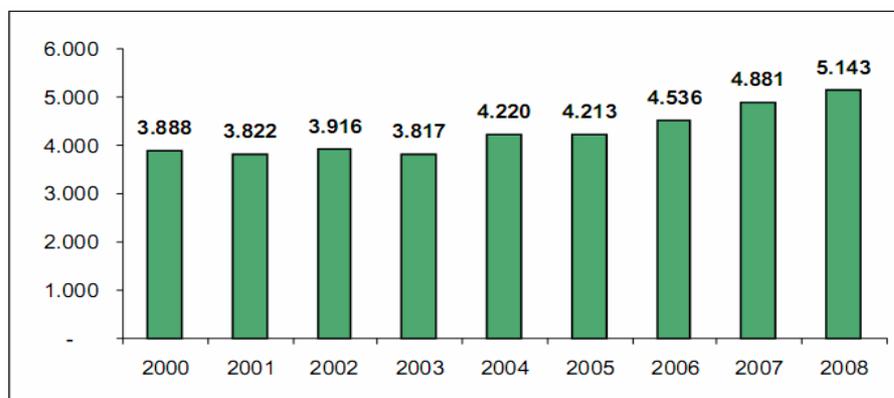


Figura 3: Produção de Produtos Transformados Plásticos (em 1.000 toneladas)

Fonte: ABIQUIM, 2009.

O consumo per capita de resinas termoplásticas, considerado um indicador de qualidade de vida, situa-se em um patamar ainda baixo no Brasil, o que sinaliza forte potencial de expansão. Nos Estados Unidos, o consumo per capita girou em torno de 100 kg/hab., na França por volta de 60 kg/hab. e na Argentina em cerca de 30 kg/hab. No Brasil, o consumo em kg por habitante está apresentado na Figura 4, sendo que, em 2008 foram consumidos em média 27,5 kg por habitante. (ABIQUIM, 2009)

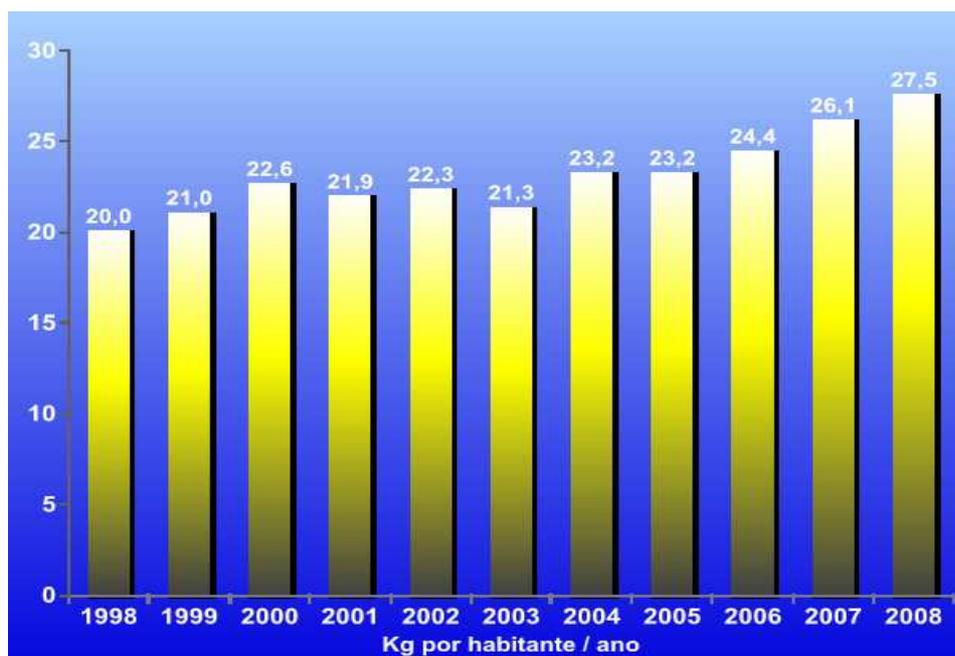


Figura 4: Consumo per capita de resinas termoplásticas no Brasil

Fonte: ABIQUIM, 2009

A estrutura produtiva é composta por três gerações: Na primeira geração no Brasil, a nafta petroquímica, produto obtido em refinarias de petróleo, e o gás natural são as matérias-primas das centrais petroquímicas, que compõem a primeira geração.

A segunda geração é a chamada indústria que transforma os petroquímicos básicos em produtos intermediários, utilizados por outras empresas de segunda geração e finais (resinas termoplásticas, borrachas, fibras, detergentes, fertilizantes etc.). As empresas de segunda geração normalmente se localizam ao redor das empresas de primeira geração, configurando os chamados pólos petroquímicos.

A terceira geração, considerada o último elo da cadeia produtiva, é formada pelo conjunto das empresas que transformam as resinas termoplásticas em produtos finais, como

fibras têxteis, materiais para construção civil, autopeças, embalagens, brinquedos e utilidades domésticas, entre outras.

2.2 Os Polímeros

Os polímeros são resinas formadas por macromoléculas, são compostos orgânicos ou inorgânicos de massa molecular elevada e constituídos, em sua maioria, por átomos não pesados como o Carbono, o Nitrogênio e o Silício. Os polímeros são compostos incluídos entre as macromoléculas, com a particularidade de possuírem unidades repetitivas ao longo da cadeia, chamados meros. Uma das principais e mais importantes características dos polímeros são as propriedades mecânicas.

2.2.1 Propriedades Mecânicas dos Polímeros

Polímeros de engenharia são materiais duros e tenazes que podem trabalhar em uma grande faixa de temperatura. Quando um plástico é selecionado para uma dada função é devido à sua condição de adequação às solicitações exigidas, seja em desempenho, seja em economia. Comparativamente aos outros materiais, os polímeros possuem a facilidade de serem fabricados em formas complexas por injeção ou outros processos, embora possuam o inconveniente de sofrerem variações dimensionais, especialmente quando carregados em altas temperaturas. A Tabela 1 apresenta as faixas de propriedades mecânicas de alguns materiais poliméricos a título de comparação.

Material	Gravidade Específica	Módulo de Tração [GPa(ksi)]	Limite de Resistência a Tração [MPa (ksi)]	Limite de Escoamento [MPa (ksi)]	Alongamento na Ruptura(%)
Polietileno de Baixa Densidade	0,917-0,932	0,17-0,28 (25-41)	8,3-31,4 (1,2-4,55)	9,0-14,5 (1,3-2,1)	100-650
Polietileno de Alta Densidade	0,952-0,965	1,06-1,09 (155-158)	22,1-31,0 3,2-4,5	26,2-33,1 (3,8-4,8)	10-1200
Polipropileno	0,90-0,91	1,14-1,55 (165-225)	31-41,4 (4,5-6,0)	31,0-37,2 (4,5-5,4)	100-600
Poliestreno	1,04-1,05	2,28-3,28 (330-475)	35,9-51,7 (5,2-7,5)	-	200-400

Tabela 1 – Propriedades mecânicas à temperatura ambiente.

Fonte: CALLISTER, 2008.

O comportamento mecânico dos polímeros é um pouco diferente dos outros materiais de engenharia e é pouco conhecido da maioria dos engenheiros devido a alguns fatores como:

- Diversidade dos plásticos de engenharia (polímeros modificados): existem pelo menos 70 estruturas básicas, as quais estão disponíveis em até 100 graus de diferentes fabricantes que compõe um conjunto de especificações.
- São, geralmente, modificados por cargas, plastificantes, retardantes de chama e reforços. Todos são modificadores das propriedades mecânicas. A literatura disponível geralmente compara diferentes plásticos de engenharia com pouca referência aos materiais tradicionais;
- Os métodos de ensaio para as propriedades mecânicas, como a ASTM 882 para ensaios de tração e de impacto, são relacionados com condições simples e uniformes. No entanto, sabe-se que o comportamento dos polímeros muda com as condições de ensaio e, em algumas vezes, até mesmo com o histórico da amostra (NIELSEN, 1994; STRONG, 2000).

2.2.2 Comportamento Tensão-Deformação

Um dos ensaios mais utilizados para determinação das propriedades mecânicas da rafia é o ensaio ASTM 882 que determina as curvas de tensão-deformação que é, geralmente, realizado em taxa constante de aplicação da carga.

Preferencialmente, a amostra é confeccionada através de moldagem por compressão e cortada no formato padrão para reduzir as tensões internas. Na prática, a moldagem por injeção é a mais usada. A curva tensão-deformação generalizada, apresentada na Figura 5, serve para definir os termos usados na indústria do plástico em conjunto com os resultados retirados dos ensaios:

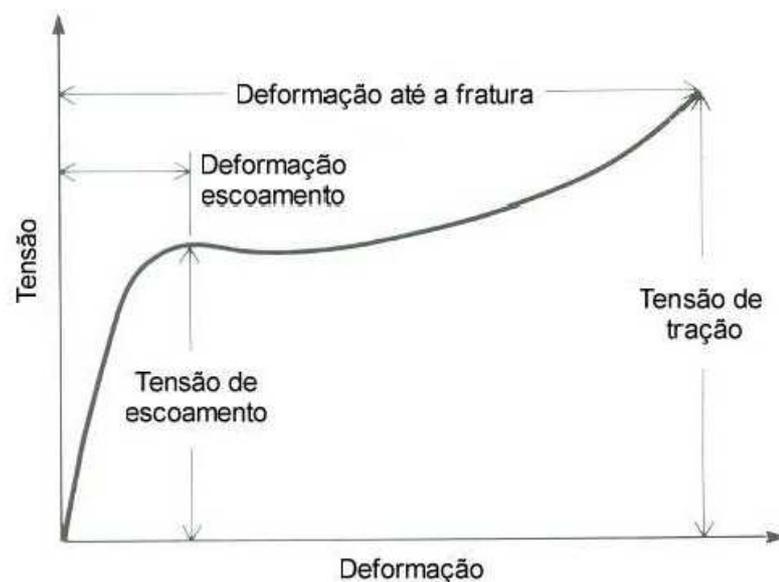


Figura 5: Curva tensão-deformação generalizada para plásticos.

Fonte: MACHADO, 2002

- Tensão de tração: carga de tração aplicada por unidade de seção de área transversal original em um dado momento;
- Deformação: a razão entre o alongamento e o comprimento original da amostra;
- Porcentagem de alongamento: aumento do comprimento da amostra, expresso em porcentagem;
- Limite de escoamento: primeiro ponto sobre a curva onde um aumento de deformação ocorre sem um aumento na tensão;
- Limite de proporcionalidade: a maior tensão na qual o material é capaz de suportar a carga aplicada sem qualquer desvio da proporcionalidade entre tensão e deformação;

- Módulo de elasticidade: razão entre tensão e deformação abaixo do limite de proporcionalidade;
- Resistência última (tração): máxima tensão que um material suporta sob uma determinada carga de compressão, tração ou cisalhamento;
- Módulo secante: a razão entre a tensão e a correspondente deformação em qualquer ponto específico da curva tensão-deformação.

Os ensaios de tração são convenientes para comparar diferentes tipos de polímeros. Como os polímeros são sensíveis às taxas de deformação, informações sobre o efeito do tempo na resposta do material, como a fluência sob determinada carga, devem ser usadas no projeto dos produtos.

A história da amostra também tem influência sobre as propriedades de tração. Uma barra de plástico preparada por injeção sob alta pressão, por exemplo, tende a apresentar alta resistência à tração. Um material que foi orientado em uma única direção, tende a possuir alta resistência à tração e baixo alongamento até a fratura na direção de orientação. Na direção perpendicular à orientação, a resistência à tração é menor.

Em materiais cristalizáveis, o estiramento aumenta a cristalinidade. Esta técnica é usada na produção de fibras sintéticas. Durante a fabricação de filmes ou chapas, é vantajoso aplicar-se uma tensão de tração biaxial para aumentar o módulo elástico e a resistência em todas as direções do plano do filme.

As propriedades de tração são, geralmente, medidas sob taxa constante de 5 mm/min. É recomendado pela ASTM 882 que a velocidade do ensaio deve ser tal que a ruptura ocorra entre 0,5 e 5 minutos. Quando as medidas são realizadas em altas taxas de deformação, o alongamento até a fratura tende a ser menor e o limite de escoamento tende a ser maior.

A resistência à tração da maioria dos plásticos de engenharia varia de 50 a 80 MPa. O alongamento varia desde baixas porcentagens até mais de 100%. Uma prática comum é aumentar a resistência mecânica através do acréscimo de fibras de vidro (aumenta até 140 MPa). No entanto, o alongamento até a fratura diminui substancialmente e o processamento torna-se difícil devido ao aumento da viscosidade e da abrasão nos equipamentos.

2.3 Caracterização dos Produtos Usados na Extrusão de Ráfia

A extrusão de rafia utiliza como matéria prima em sua formulação os seguintes produtos: Polipropileno, Polietileno, Estabilizadores, Lubrificantes ou Auxiliares de Fluxo, Antiestáticos, Plastificantes, Antioxidantes, Pigmentos, Cargas, Agentes Nucleantes, Retardantes de chama.

2.3.1 Polipropileno

O polipropileno é uma poliolefina obtida pela polimerização do propeno. É um polímero linear, com nenhuma insaturação (Sarantopoulos, 2002). É uma resina de baixa densidade que oferece um bom equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas, acompanhadas de resistência moderada. O polipropileno apresenta excepcional resistência a rupturas por flexões ou fadiga, resistência química e propriedades elétricas excelentes, boa resistência a impactos acima de 15°C, boa estabilidade térmica, baixo peso, custo reduzido, alguns tipos podem ser submetidos à galvanoplastia. Os tipos de polipropileno englobam Homopolímeros, Copolímeros Randômicos e Copolímeros Heterofásicos, com Índices de Fluidez podendo variar entre 0,6 a 100 g/10min. (MANRICH, 2005).

As resinas termoplásticas propilênicas são produzidas a partir do gás propeno, que é um subproduto do refino de petróleo. Em seu estado natural, a resina é semitranslúcida, leitosa e de excelente coloração. Os polipropilenos apresentam resistência limitada ao calor, existem tipos termo estabilizados, destinados a aplicações que exijam uso prolongado a elevadas temperaturas. Resistem a ataques químicos e não são afetados por soluções aquosas de sais inorgânicos ou ácidos e bases minerais, mesmo em altas temperaturas. Não são atacados por compostos halogenados, ácido nítrico fumegante e por outros agentes oxidantes ativos.

Pelo processo de extrusão podem ser obtidos inúmeros artigos contínuos, que incluem tubos, chapas, rafia, etc. As chapas de polipropileno são feitas pela passagem do material fundido através de uma matriz plana, e resfriado em cilindros paralelos. As chapas podem ser usadas para a produção de diversos artigos através de corte e vinco, ou termoformadas para a produção de potes, copos, etc. As rafias são produzidas pelo corte e posterior estiramento de um filme, que são então usadas em teares para a produção de tecidos, sacaria, etc. (SUZANO PETROQUIMICA, 2007).

2.3.2 Polietileno

O polietileno pode ser linear ou ramificado, homo ou copolímero (Sarantopoulos, 2002). Representa o maior volume de polímeros termoplásticos em uso na atualidade. Alguns polietilenos são flexíveis, enquanto outros são rígidos, alguns têm pequena resistência a impactos e outros são virtualmente inquebráveis, com boa limpidez, ao lado de outros que se apresentam opacos. Os polietilenos se caracterizam por sua tenacidade, excelentes resistências químicas, baixo coeficiente de atrito, absorção de umidade praticamente nula e por serem de fácil processamento.

2.3.3 Aditivos para Polímeros

São introduzidos intencionalmente para melhorar ou modificar algumas propriedades dos polímeros, desta forma tornar o polímero mais constante de maneira a completá-lo e atingir o objetivo proposto. Pode-se dizer que todos os polímeros comerciais recebem aditivos, seja quando da síntese, durante o processamento ou em etapa anterior (etapa de mistura). Os mais comumente utilizados são: plastificantes, estabilizantes, cargas, antiestáticos, nucleantes, lubrificantes, pigmentos, espumantes, retardantes de chama e modificadores de impacto. Os aditivos podem ser classificados em duas categorias gerais: a) aditivos protetores: estabilizantes, lubrificantes e antiestáticos. b) aditivos modificadores: os demais. (SARANTOPOULOS, 2002).

a. Estabilizadores

Alguns materiais poliméricos, sob condições ambientais normais, estão sujeitos a uma rápida deterioração, geralmente em termos de sua integridade mecânica, que é um resultado da exposição do material à luz, em particular à radiação ultravioleta, e também à oxidação. A radiação ultravioleta interage com as ligações covalentes ao longo da cadeia, causando o seu rompimento, o que pode também resultar na formação de algumas ligações cruzadas (RABELLO, 2000).

b. Lubrificantes ou Auxiliares de Fluxo

Os lubrificantes são normalmente amidas graxas que agem após a transformação do polímero em um produto acabado. O agente deslizante tem a capacidade de migrar para a superfície do produto e promover uma lubrificação, reduzindo o atrito entre a superfície do plástico e outra superfície com a qual este esteja em contato. Estes agentes deslizantes são importantes, por exemplo, nas aplicações de empacotamento automático, em que o filme de polietileno de baixa densidade deve deslizar com facilidade durante a formação e o fechamento da embalagem (ROMAN, 1995).

c. Antiestáticos

Aceleram a dissipação de cargas elétricas estáticas na superfície do produto (Rabello, 2000). O antiestático é aplicado em peças injetadas para evitar que o artigo atraia poeira. Em embalagens, principalmente em empacotamento automático, ele é usado para evitar que o pó do produto embalado se deposite nas paredes, o que impede a perfeita soldagem do saco (ROMAN, 1995).

d. Plastificantes

Tem objetivo de melhorar a flexibilidade, a ductibilidade e a tenacidade dos polímeros. A sua presença também produz reduções na dureza e na rigidez. Os plastificantes são geralmente líquidos que possuem baixas pressões de vapor e baixos pesos moleculares. As pequenas moléculas ocupam posições entre as grandes cadeias de polímeros, aumentando efetivamente as cadeias com uma redução na ligação intermolecular secundária. São usados comumente em polímeros intrinsecamente frágeis à temperatura ambiente. Reduz a temperatura de transição vítrea, de modo que nas condições ambientes os polímeros podem ser usados em aplicações que requerem algum grau de flexibilidade e ductividade. (CALLISTER, 2008).

d. Antioxidantes

É uma substância que retarda o efeito do oxigênio sobre uma resina, quando exposta ao calor da luz. Com outros polímeros, antioxidantes são freqüentemente úteis no retardamento da degradação ou odor desenvolvido sob ação de aquecimento em contato com ar (ROMAN, 1995).

e. Pigmentos

São aditivos utilizados para conferir tonalidades de cor aos materiais poliméricos. Podem aumentar o brilho, aumentar a opacidade ou ter outros efeitos aditivos como estabilidade à radiação ultravioleta (negro de fumo) que atua simultaneamente como pigmento preto, estabilizante de luz e reforço em muitos polímeros. Os efeitos produzidos pelos pigmentos dependem de sua forma de fabricação. Pigmentos de uma mesma constituição química podem ter grandes diferenças se possuem formas cristalinas diferentes, estados de oxidação diferentes. (RABELLO, 2000)

f. Cargas

Cargas (fillers) podem ser definidas como materiais sólidos, não solúveis, que são adicionados aos polímeros em quantidades suficientes para diminuir os custos e/ou alterar suas propriedades físicas. Além de aumentar a viscosidade do material fundido, dificultando o processamento, as cargas geralmente diminuem a resistência ao impacto e muitas vezes contribuem para uma maior propagação de trincas, diminuindo a resistência à fadiga. Mas a presença de cargas melhora a estabilidade dimensional e diminui a retração no resfriamento ou na cura. (RABELLO, 2000)

g. Agentes Nucleantes

Os agentes nucleantes são utilizados para melhorar as propriedades físicas e reduzir os ciclos de processamento dos polímeros cristalizáveis. Os polímeros que apresentam regularidade de estrutura molecular e polaridade dos substituintes laterais são chamados polímeros cristalizáveis que, quando submetidos a condições adequadas (como em resfriamento lento ou por tempo prolongado em determinadas temperaturas), desenvolvem ordem estrutural. Os nucleantes podem ser classificados como: aditivos inorgânicos, compostos orgânicos e poliméricos. (RABELLO, 2000)

h. Retardantes de chama

Resistência ao fogo, retardantes de chama ou características auto-extinguíveis podem ser definidas como uma baixa velocidade de queima quando em contato com a fonte de calor

e a rápida suspensão de chama quando esta fonte é removida. Como a maioria dos produtos orgânicos, os polímeros são, em maior ou menor grau, inflamáveis. Isto ocorre porque durante o aquecimento há a liberação de pequenas moléculas que atuam como combustíveis em presença de fogo. (RABELLO, 2000).

2.4 Extrusão

O processo de extrusão pode ser descrito como o processo em que o polímero fundido (plastificado) é moldado, continuamente, fazendo-o passar através de uma abertura (matriz) que possui a forma aproximada da seção transversal do produto desejado.

Em termos gerais, as funções da extrusora consistem em misturar, fundir, plastificar, transportar o material plastificado, e por fim, bombeá-lo através de uma matriz. Este bombeamento deve promover um fluxo uniforme e constante do polímero até a saída pela matriz. Na matriz, o material é conformado bidimensionalmente e fixada pelo sistema de resfriamento.

A otimização da extrusão é atingida somente em situações em que haja um elevado grau de compatibilidade entre o projeto do equipamento (extrusora), o projeto da ferramenta (matriz), as condições operacionais e as características térmicas e reológicas dos compostos poliméricos.

A extrusora, Figura 6 é composta de diversas partes que variam em sofisticação, número de elementos, dimensões e outros detalhes de projeto, conforme o tipo de processo de extrusão, grau de qualidade do produto final e produtividade exigida.

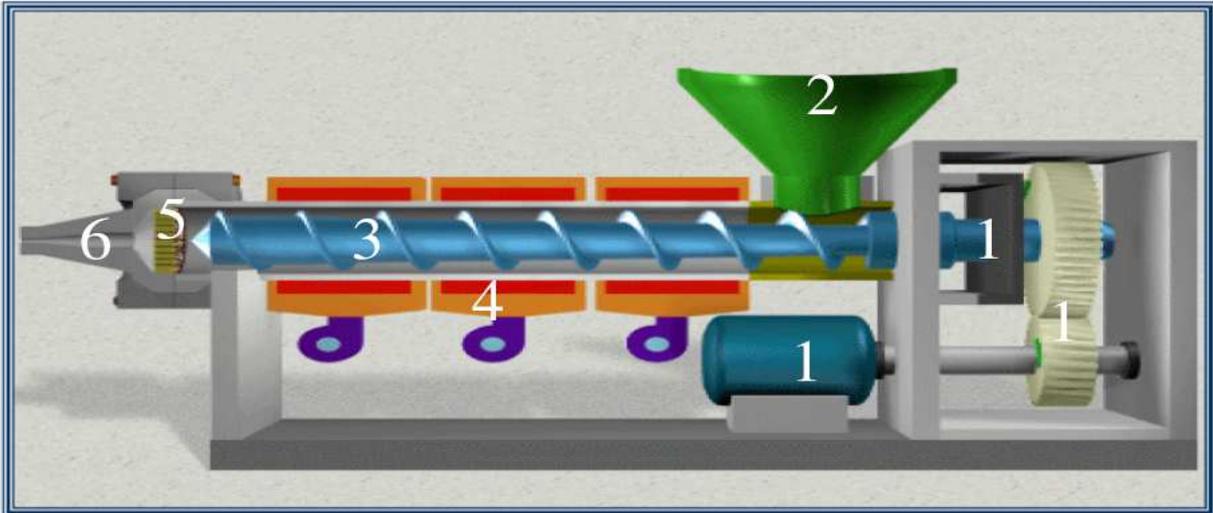


Figura 6. Esquema de uma extrusora monorosca.

Fonte: ASSIS, 2006.

Legenda:

1. Sistema de acionamento
2. Funil de alimentação
3. Rosca plastificadora
4. Sistema de aquecimento
5. Placa perfurada ou Quebra fluxo
6. Matriz

Conforme Assis (2006), o sistema de acionamento (1) de uma extrusora pode ser simplesmente pensado como um motor elétrico (220, 380 e 440 V), a transmissão/variação de velocidade (caixa redutora, sistema de polias, inversor de frequência, variador eletromecânico) e o acoplamento à rosca (flange). O sistema de alimentação ou funil de alimentação (2) pode ser abastecido por processo manual ou automático: transportadores pneumáticos ou esteiras. O polímero, na forma de grão, passa do funil de alimentação para a rosca pela ação da gravidade ou de maneira forçada. No funil de alimentação, podem ser acoplados sistemas de desumidificação, de dosagem de concentrados de pigmentos ou de aditivos conhecido como masterbatch, dosagem de mais de um tipo de resina (blendas poliméricas) e/ou controle de adição de material reciclado.

O sistema ou conjunto de plastificação é formado pelo conjunto rosca plastificadora/cilindro (3). O cilindro (ou barril) é a parte fixa do conjunto e é fabricado de forma a suportar elevado desgaste por abrasão e por corrosão. A superfície interna apresenta

elevado coeficiente de atrito quando em contato com o polímero, podendo ser desenvolvidas ranhuras em sua superfície. A parte móvel ou rosca propriamente dita deve ser projetada para a máxima eficiência. A otimização do processo de extrusão está relacionado ao comportamento de cada tipo de polímero e ao projeto do produto a ser produzido. Portanto, o conjunto de plastificação não pode ser pensado isoladamente do projeto da matriz.

O sistema de aquecimento/resfriamento é normalmente subdividido em zonas de aquecimento (não confundir com zonas da extrusora), cujo número varia conforme a necessidade de diferenciar a temperatura ao longo da rosca (número 4 na Figura 6). A temperatura é controlada por termoreguladores (termostato mais termopar) e sistemas de resfriamento. O aquecimento pode ocorrer por resistências elétricas, vapor e óleo. Os sistemas elétricos são os mais utilizados. O resfriamento pode ocorrer por convecção natural, mas quando houver necessidade de maior controle da janela de temperatura de processamento, o controle deve ser forçado tipo convecção forçada (ventoinhas), circulação de água ou óleo por canais no cilindro ou até mesmo pelo centro da rosca. Na extrusora de rosca simples, a maior parte do calor necessário para o aquecimento do polímero é proveniente do atrito entre o polímero e as superfícies metálicas e, também, devido ao atrito entre as suas partículas.

Entre o conjunto de plastificação e a matriz há a placa perfurada ou crivo ou placa de quebra fluxo (5). A placa perfurada figura 7 consiste de um disco de aço com orifícios de diâmetro entre 3 a 5 mm (Figura 8) e deve ser projetada sem pontos de estagnação. As funções desta placa são de aumentar a pressão de contra fluxo (ou retorno), quebrar o fluxo rotacional e suportar as telas.



Figura 7: Fotografia de uma placa perfurada.

Fonte: ASSIS, 2006.

O sistema de filtragem da massa polimérica consiste em uma malha metálica disponível em vários tamanhos de furos (unidade de medida em mash) que agem como filtro para retirar do material fundido as partículas de material não plastificado e outros tipos de impurezas. Em geral, aumentam a pressão de contra-fluxo, dependendo do seu tamanho (Assis 2006). Em regra, o sistema de filtragem consiste em um sanduíche de telas com aberturas diferentes, onde as externas são as que apresentam malhas mais abertas (menores mash), enquanto que as internas são as mais fechadas (maiores mash). Podem, ainda, incluir um anel de vedação (Figura 8).

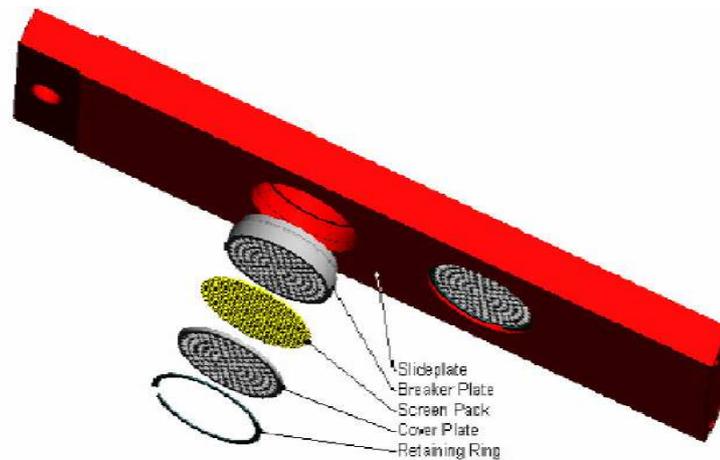


Figura 8: Representação esquemática da posição das telas filtro com anel de vedação, no sistema de filtragem.

Fonte: ASSIS, 2006.

O filme é extrudado através de uma matriz circular e, em seguida, resfriado externamente por contato direto com o ar. Quando o filme sai da matriz, ar é soprado no seu interior, fornecendo pressão suficiente para a formação de um “balão” ou “bolha”, figura 9, e configurando, desta forma, o filme tubular. Durante a passagem do produto, desde a matriz até os rolos puxadores no alto da torre, ocorre o resfriamento do filme, que toma a espessura requerida. Os rolos puxadores achatam o balão, formando um filme duplo, que a seguir é dividido pelas lâminas.



Figura 9: Formação do balão

Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2006.

O resfriamento do balão, realizado externamente, é obtido pelo ar emergente de um anel de resfriamento montado diretamente na saída da matriz. Volume de ar, velocidade de ar, e direção do fluxo de ar, tanto quanto suas temperaturas determinam a eficácia do resfriamento. O ar não deve somente resfriar a massa uniformemente, mas também suportá-la, contribuindo para a estabilidade do balão. Para obtermos um filme com boas propriedades mecânicas, bem como espessuras uniformes, é extremamente importante que o balão tenha um resfriamento uniforme e uma boa estabilidade. Essas características são obtidas com anel de ar projetado com sistema adequado de labirintos, contendo equalizadores de pressão e defletores internos. Isso faz com que se tenha velocidade e distribuição uniformes de ar, em toda a circunferência dele. Podem ser instalados um manômetro e um termômetro, que darão informações valiosas para um controle mais efetivo do sistema. Uma das condições mais importantes na construção do anel é que a saída de ar esteja num ângulo de 45 a 60° da horizontal, para que o ar toque a superfície do filme, de maneira pela qual não o corte e ajude a estabilizá-lo. A abertura do anel (saída) deve estar, normalmente, a 10-20 mm de distância da borda da matriz e deve ser regulável. Uma pequena abertura resulta em altas velocidades de ar e bons efeitos de resfriamento. Uma grande abertura, ao contrário, produz um grande volume de ar, mas a velocidade é, geralmente, tão baixa que somente parte do ar contribui para o resfriamento do filme.

Na torre são montados diversos equipamentos fundamentais ao processamento de filmes tubulares, como os rolos puxadores, a saia (responsável pelo gradual achatamento do balão), o cesto de calibragem, bem como outros acessórios de importância secundária. A altura da torre é determinada em função das características do processo e da matéria-prima. Por isso, as torres modernas possuem regulagem de altura (ao contrário das antigas), para ampliar os tipos de matéria-prima processáveis. O ajuste também é necessário para determinar a altura exata em que o filme está quente o suficiente ao ponto de não formar dobras durante o achatamento, mas, frio suficiente para não haver bloqueio. Torres muito altas tendem a provocar dobras na direção da extrusão, enquanto torres excessivamente baixas contribuem para dobras transversais.

Independentemente de um anel adequadamente projetado, uma estabilização adicional do filme tubular entre a linha de cristalização e os rolos puxadores é essencial para evitar a formação de dobras no filme. Um dispositivo presente na grande maioria das máquinas é o diafragma tipo íris, colocado logo acima da linha de cristalização, com abertura regulável para tocar toda a circunferência de balões de diâmetros diferentes, conforme necessário. Ao invés do diafragma, pode ser usado um cesto de calibragem, que consiste de uma série de anéis paralelos com pequenos roletes que tocam o balão, acima da íris. Alguns cestos são compostos de roletes largos, que tangenciam a superfície do balão.

Ao sair do cilindro da torre, o filme desce em direção ao “gileteiro”, acessório que promove a divisão do filme. Inicialmente, ocorre a divisão do filme tubular nas laterais e após as lâminas dividem-no em um filamento duplo de fitas com aproximadamente 6 mm de largura. Na seqüência as fitas chegam à mesa de orientação, onde ocorre a orientação molecular¹. Com um novo aumento de temperatura as moléculas se orientam e ocorre uma diminuição da largura da fita passando então a 3 mm de largura. Já fora da mesa, a fita está suspensa, resfriando, e sofre um tracionamento pelos cilindros de tração. Os cilindros possuem diferentes velocidades, causando um estiro na fita e completando as propriedades físicas de orientação molecular iniciadas com o aquecimento na mesa de orientação. Em seguida, a fita é enrolada na bobinadeira para depois ser retirada e enfardada, ficando pronta para a tecelagem.

¹ Alinhamento da estrutura cristalina em materiais poliméricos para produzir uma estrutura altamente uniforme. Pode ser realizada por estiramento a frio ou estiramento a quente durante a fabricação.

2.5 Teste de Controle de Qualidade

A função do controle da qualidade é analisar, pesquisar e prevenir a ocorrência de defeitos, sendo que prevenir é a sua principal finalidade. Prevenir defeitos significa atuar pensando no futuro, evitando que os mesmos ocorram, planejando todas as ações a serem desencadeadas no processo e comparando com padrões de qualidade ou referenciais pré-estabelecidos. Na realidade, controlar um processo significa comparar o que foi planejado com o que foi produzido pelo processo.

Todas as ações desenvolvidas para o controle da qualidade são essencialmente aplicadas com uma finalidade: o atendimento das necessidades do cliente. Esse controle deve ocorrer em todas as fases ou etapas do processo no momento em que as ações acontecem. Dessa forma, um conceito muito mais amplo e consistente, a qual não se restringe apenas às idéias de inspeção, prevenção ou comparação entre o que foi planejado e produzido, mas sim, um controle de qualidade que envolve todas essas idéias e todas as pessoas envolvidas. Um conceito de um modelo em constante evolução, mais amplo e consistente, que é o conceito de controle da qualidade total (FEIGENBAUM, 1994).

Os polímeros têm características e propriedades que são controladas durante sua fabricação e transformação para um bom desempenho do produto final. O controle é normalmente exercido verificando as propriedades físicas, mecânicas e térmicas. As físicas são analisadas através do índice de fluidez e a densidade. O índice de fluidez está relacionado inversamente ao peso molecular, enquanto a densidade é diretamente proporcional ao grau de cristalinidade do polímero. Estes dois parâmetros de controle definem basicamente as características estruturais da matéria.

As propriedades mecânicas são analisadas através das seguintes propriedades: Resistência à torção no escoamento (50 mm/min), Alongamento no Escoamento (50 mm/min), Resistência ao Impacto Izod @ 23°C, entre outros. As propriedades térmicas são definidas principalmente pela temperatura de amolecimento Vicat (10N/Taxa A) e a temperatura de Distorção Térmica (0,45/MPa). Dentre os ensaios mencionados, é necessário verificar quais são aplicáveis a fita de rafia. Observam-se, ainda, outras propriedades que podem ter influência no controle de qualidade: Transparência, Opacidade e Brilho, transmitância e índice de refração, que são propriedades ópticas.

Mas o principal índice de controle de qualidade da fita de rafia é a gramatura. Esta é definida como massa de uma determinada área do material, sendo expressa normalmente em gramas por metro quadrado (g/m^2). Esta característica está diretamente relacionada com as propriedades mecânicas e barreira, uma vez que uma maior gramatura oferece uma melhor resistência mecânica. (SARANTÓPOULOS, 2002)

2.5.1 Índice de Fluidez

Índice de fluidez é a quantidade, em gramas, de uma resina termoplástica, a qual é forçada através de um orifício padrão quando submetida a uma força de 2.160 gramas em 10 minutos à temperatura de 230°C para PP e 190°C para PEBD. O teste é desenvolvido por um plastômetro descrito no método ASTM D 1238 (ROMAN, 1995). É um excelente indicador das características da resina. É o teste mais conhecido e reconhecido pelos fabricantes, pois indica o comportamento de fusão e vazão da resina. O índice de fluidez está inversamente relacionado ao peso molecular: quanto maior o peso molecular, menor o índice de fluidez e vice-versa. (SARANTÓPOULOS, 2002).

2.5.2 Densidade

Expressa em gramas por centímetro cúbico a 23°C , ela classifica e distingue os vários tipos de polímeros. O valor da densidade é calculado através da razão do peso aparente medido no ar e o peso aparente medido quando a amostra está totalmente imersa no fluido. A densidade é alterada com a variação da temperatura. Mudanças na densidade podem significar variação na cristalinidade, perda de plastificantes ou outros aditivos, absorção de solventes ou umidade. O teste de densidade é realizado seguindo-se os métodos padrões ASTM D 1505 e ASTM D 792. (MANRICH, 2005)

2.5.3 Orientação molecular

A orientação molecular é a qualidade intrínseca do processo de extrusão que define o resultado do produto final. O polímero no estado fundido, dentro da rosca da extrusora, é orientado no sentido do fluxo, sob altas taxas de cisalhamento, e na região terminal da rosca, a ordem molecular das moléculas alinhadas do fundido se estabiliza como se fosse um núcleo

de cristal e então, inicia o crescimento de um cristalito induzido. O fundido passa pela matriz e segue formando o “balão” (MANRICH, 2005).

O processo de extrusão tubular confere ao filme, pela razão de sopro e pela tração nos rolos de arraste, a primeira orientação molecular que modificará substancialmente as propriedades desse. Essa orientação se dá em duas direções, quais sejam na direção da máquina (DM) e na direção transversal à máquina (DT). Pelas características do processo, a orientação DM é sempre maior que a DT. Entretanto, a relação é controlável, presumível e determinável. A resistência à tração e o alongamento indicam a variação entre a orientação DM e DT. Maior a orientação, maior a resistência a tração e menor o alongamento. Excessiva orientação na DM resulta numa baixa resistência ao impacto. O equilíbrio das orientações DM e DT proporcionam ao filme a máxima resistência denominada orientação biaxial ou balanceada (ROMAN, 1995).

2.5.4 Resistência a Tração e Escoamento e Módulo de Elasticidade

Resistência a tração é a máxima força que um corpo de prova se submete a um teste de tração. Quando a máxima tração ocorre no ponto de escoamento, deve ser denominada Resistência à Tração no Escoamento. Quando ocorre na ruptura da amostra, deve ser denominada Resistência na ruptura (ROMAN, 1995). O ensaio do teste de tração representa o quanto um material resiste sob tensão e qual seu alongamento. O módulo de elasticidade tem sua grande importância pelo fato de transmitir os limites de tensão suportados por uma peça em uso sem que ela seja permanentemente deformada. Um material com alta resistência a tração, mas com baixa deformação, tenderá a se romper fragilmente durante o uso.

2.6 Reciclabilidade de plásticos e manufatura sustentável

A reciclagem de embalagens plásticas preocupa a sociedade, face ao crescente volume de utilização e às implicações ambientais inerentes ao seu descarte não racional pós-consumo, como no setor de alimentos. Os hábitos de consumo, as regulamentações específicas e o desenvolvimento de tecnologias constituem pauta de ações específicas de setores governamentais e empresariais na reciclagem de embalagens. O incremento do volume dos materiais plásticos utilizados em embalagens representa um desafio sob o ponto de vista da sua reciclagem racional, exigindo uma abordagem integrada entre os processos de

transformação das matérias-primas, fabricação das embalagens e sua funcionalidade na conservação dos produtos (FORLIN E FARIA, 2002).

Os plásticos degradam-se muito lentamente no ambiente, uma vez que estes materiais são bastante resistentes às radiações, ao calor, ao ar e à água. Representam cerca de 6 a 7% em peso e 16% em volume nos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Parte destes plásticos pode ser recuperada pela reciclagem mecânica, produzindo novos materiais, normalmente com usos menos nobres, como por exemplo, na construção civil e nas rodovias, e nos materiais para sinalização de estradas. Também os plásticos podem ser incinerados produzindo energia. No entanto, nesta reciclagem energética pode ocorrer à formação de gases tóxicos, volatilização de metais pesados, ou ainda cinzas contendo elementos tóxicos. Portanto, esta prática poderá ser feita somente sob controle rigoroso (SOARES et al., 2002).

A presença de materiais estranhos, como aço, alumínio, vidro, papel cartão, tintas, vernizes, entre outros, utilizados nos processos de laminação e conversão de materiais plásticos, constitui um problema de contaminantes na reciclagem de embalagens plásticas, bem como os resíduos de alimentos remanescentes na embalagem pós-consumo, ou sujidades adquiridas após o seu descarte (FORLIN E FARIA, 2002).

Como a incineração dos plásticos ainda está associada com riscos potenciais à saúde humana, a redução, a reutilização e a reciclagem constituem os principais focos das políticas de gerenciamento dos resíduos sólidos. O alto custo operacional dos sistemas de coleta dos plásticos também confere, algumas vezes, maior viabilidade às recomendações de redução na fonte que a reciclagem em si destes resíduos, com destaque na utilização de embalagens mais duráveis e de maiores volumes de consumo (SANTOS et al., 2004).

Uma importante característica dos materiais plásticos utilizados como embalagem de alimentos nas operações de reciclagem é o seu comportamento termo-físico, sendo classificados em termoplásticos e termofixos. A caracterização e a separação de contaminantes são ações imprescindíveis no processo de reciclagem. Os materiais termoplásticos compõem quase integralmente o volume dos plásticos utilizados como embalagens primárias em alimentos. Já os materiais termofixos, são produtos de polimerização em que ocorre a formação de elevado número de ligações cruzadas, conferindo-lhes características de extrema rigidez (FORLIN E FARIA, 2002).

Os três principais meios utilizados para reduzir os resíduos sólidos aterrados em solo são: redução na fonte, reutilização e reciclagem de diferentes formas, incluindo a energética. Essas iniciativas, além de contribuir para não esgotar a capacidade dos aterros sanitários, contribuem para preservar os recursos naturais, reduzir o consumo de energia, e educar e conscientizar ambientalmente a população. Especificamente para os plásticos, ainda contribuem para minimizar sua imagem de vilão ambiental causada por sua poluição visual nos grandes centros e sua taxa de crescimento expressiva nos aterros sanitários (SANTOS et al., 2004).

A reciclagem direta dos rejeitos de produção é, a princípio, mais difícil na produção de filmes do que em outros processos de transformação de plásticos. A grande diferença quanto à densidade em massa das tiras de filmes finos em comparação com o material virgem na forma de grânulos impede uma reciclagem imediata, sendo que se torna preferível então, processar por extrusão a sucata de filmes normalmente aglutinada e em seguida, fazer nova granulação. Os grânulos assim produzidos são realimentados novamente no processo, sob diversas taxas, conforme o produto que está sendo fabricado (SPIRGATIS E WORTBERG, 2002).

O dilema de compatibilizar a função intrínseca do sistema de embalagem com os problemas ambientais decorrentes do descarte pós-consumo sem critério é um desafio para entidades de pesquisa, empresas fabricantes de embalagens, e sociedade, na viabilização de tecnologias, processos e programas que compatibilizem as vantagens da utilização de embalagens plásticas em alimentos e a sua reciclagem racional, em um contexto integrado na cadeia produção utilização-consumo (FORLIN E FARIA, 2002).

O desenvolvimento de tecnologias inovadoras e de novos mercados para o plástico reciclado assume um papel importante para o gerenciamento de seus resíduos. No Brasil, apesar do estado incipiente do sistema de coleta de material, há a possibilidade de se criar um sistema de coleta inovador, eficiente e de baixo custo, a partir da centralização dos esforços individuais dos catadores (SANTOS et al., 2004).

O sucesso na reciclagem de materiais de embalagem descartados pós-consumo ou retornáveis está estreitamente relacionado com fatores culturais, políticos e sócio-econômicos da população; a implementação de empresas recicladoras; a existência de programas de coleta seletiva, de reciclagem ou de integração com empresas recicladoras, junto às comunidades e

prefeituras; a disponibilidade contínua de volumes recicláveis; o desenvolvimento de tecnologias e equipamentos compatíveis para rotas de reciclagem econômicas e tecnicamente viáveis; programas de fomento para projetos de reciclagem; redução de tributação ou isenção fiscal para a comercialização de produtos reciclados; e, sanções legais para ações ou agentes não integrados com sistemas de reciclagem na cadeia produção-utilização-consumo de embalagens (FORLIN E FARIA, 2002).

Mas o assunto de reciclagem de material também está ligado ao tema de manufatura sustentável. (RASHEED E SARKIS, 1995) citam entre os principais objetivos da Manufatura Sustentável: conceber produtos que possam ser reciclados, remanufaturados ou reusados, utilizando para isso processos ambientalmente corretos, que utilizem os recursos naturais e energia de forma racional e que mantenham o negócio em níveis competitivos com solidez econômica.

A manufatura sustentável trabalha para formar sistemas “fechados” com a utilização dos 4 R’s – redução na fonte, reuso, reciclagem e recuperação que, inseridos nos processos de produção trazem ganhos, pois é possível entre outras ações: utilizar novamente os sistemas e subsistemas dos objetos em sua forma original; processar determinados produtos (sistemas e subsistemas) novamente não obrigatoriamente como da forma original; aproveitar dos produtos descartados os materiais que podem voltar para as indústrias como matéria-prima para a fabricação de novos produtos (BARBIERI, 2004).

2.7 Metodologias de Gerenciamento de Processos

O gerenciamento de processos é extremamente útil para as empresas manterem-se competitivas através do contínuo aperfeiçoamento de seus processos, uma vez que proporciona uma metodologia estruturada para a busca da melhoria contínua.

As abordagens para o gerenciamento de processos, baseadas no ciclo da melhoria contínua, não tem grandes diferenças entre si. Estas abordagens, em essência, buscam a melhoria contínua através da otimização dos processos da organização. A figura 10 traduz este princípio.



Figura 10: Representação Esquemática do Gerenciamento de Processos

Fonte: PINTO, 1993.

Para a IBM do Brasil *apud* Pinto (1993):

“Gerenciamento de Processos é o conjunto de pessoas, equipamentos, informações, energia, procedimentos e materiais relacionados por meio de atividades para produzir resultados específicos, baseados nas necessidades e desejos dos consumidores. Tudo isto num compromisso contínuo e incessante que promove o aperfeiçoamento da empresa, trabalhando com atividades que agregam valor ao Produto.”

Para Pinto (1993):

“A gerência de processos envolve os departamentos e os processos. Seu objetivo é garantir o funcionamento dos processos produtivos, a fim de atender as necessidades dos clientes. Ela busca um maior valor agregado aos produtos, visando à satisfação do consumidor.”

Harrington (1993) define uma metodologia de gerenciamento de processos com foco em processos empresariais. Esta metodologia, denominada Aperfeiçoamento de Processos Empresariais (APE), é definida como:

O APE é uma metodologia sistemática para auxiliar uma organização a fazer importantes avanços na maneira de operar seus processos empresariais. [...] por se concentrar na eliminação do desperdício e da burocracia. Fornece um sistema que vai auxiliá-lo a tornar suas operações mais simples e corretas, assegurando, ao mesmo tempo, que seus clientes internos e externos passem a receber produtos ou serviços de qualidade excepcional.

Segundo Varvakis et al. (1997): “Gerenciamento de Processos é a definição, análise e melhoria contínua dos processos, com o objetivo de atender às necessidades e expectativas dos clientes.”

Da mesma forma que os conceitos de gerenciamento de processos dos diversos autores têm grande semelhança, apesar de a nomenclatura diferir, as metodologias são muito semelhantes. Os próximos tópicos analisam algumas destas metodologias.

2.7.1 A Metodologia de Aperfeiçoamento de Processos Empresariais de Harrington

Harrington (1993) define processo empresarial como:

Todos os processos que geram serviço e os que dão apoio aos processos produtivos (por exemplo, processos de atendimento de pedido, de mudança de engenharia, da folha de pagamento, planejamento de processo de manufatura). Um processo empresarial consiste num grupo de tarefas interligadas logicamente, que fazem uso dos recursos da organização, para gerar resultados definidos, em apoio aos objetivos da organização.

A metodologia de aperfeiçoamento de processos empresariais de HARRINGTON (1993) busca a melhoria dos processos empresariais baseando-se nos seguintes pontos:

- Eliminação de erros;
- Minimização de atrasos;
- Maximização do uso de recursos;
- Promoção do entendimento;
- Sejam fáceis de usar;
- Sejam amistosos para com os clientes;
- Sejam adaptáveis às mudanças das necessidades dos clientes;
- Forneçam à organização uma vantagem competitiva;
- Reduzam o pessoal necessário.

Harrington (1993) divide a APE, metodologia de aperfeiçoamento de processos empresariais, em cinco fases, conforme mostrado na figura 11.

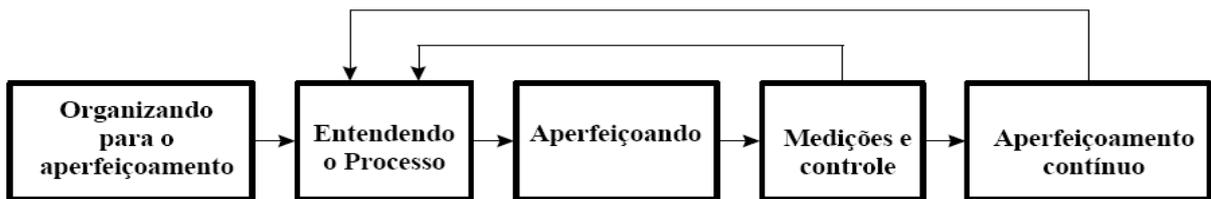


Figura 11: As cinco fases do APE

Fonte: HARRINGTON, 1993

Cada uma destas fases tem objetivos básicos, os quais são alcançados após a execução de um conjunto de atividades. A tabela 2 resume os objetivos de cada uma destas fases.

Fase	Objetivo
Fase I. Organizando para o aperfeiçoamento.	Assegurar o sucesso, estabelecendo liderança, entendimento e comprometimento.
Fase II. Entendendo o Processo.	Entender os processos empresariais atuais em todas as suas dimensões.
Fase III. Aperfeiçoando.	Aperfeiçoar a eficiência, a eficácia e a adaptabilidade dos processos empresariais.
Fase IV. Medição e Controle.	Programar um sistema de controle do processo que possibilite um aperfeiçoamento contínuo.
Fase V. Aperfeiçoamento contínuo.	Programar um processo de aperfeiçoamento contínuo.

Tabela 2: As fases e objetivos associados da Metodologia de APE de Harrington

Fonte: HARRINGTON, 1993

Para a aplicação da metodologia é necessário saber o consumo de recursos associado aos processos. Este elemento é fundamental para a análise do valor agregado ao produto. Para Harrington (1993):

[...] a meta da organização deve ser assegurar, tanto quanto possível, que o valor real seja agregado em cada atividade. De maneira ideal, esse valor agregado deve ser igual ou maior que os custos incorridos.

2.7.2 A metodologia de Gerenciamento de Processos Aplicada pela IBM do Brasil

A metodologia de gerenciamento de processos aplicada pela IBM do Brasil é composta por três fases: a definição do processo, a análise do processo e o estudo de melhoria do processo.

2.7.2.1 Primeira Fase: Definição do Processo

O objetivo da primeira fase é conhecer o processo. Um dos elementos mais importantes desta primeira fase é a identificação dos recursos consumidos em cada processo.

Se for considerada a definição de (JURAN, 1995): “Processos críticos são aqueles que representam perigos sérios para a vida humana e ao ambiente, ou que colocam em risco a perda de quantidades muito grandes de dinheiro”, é evidente que os processos que consomem mais recursos serão sérios candidatos a processos críticos. Portanto, um resultado extremamente desejado desta primeira fase é uma matriz que relacione processos com recursos consumidos (matriz de direcionamento: Recursos / Processos).

As etapas desta primeira fase são:

- Etapa 1: Organizar-se;
- Etapa 2: Caracterização dos Clientes;
- Etapa 3: Mapeamento dos Processos Críticos;
- Etapa 4: Urgência.

A figura 12 representa de forma genérica os resultados desta primeira etapa. O mapa de processos é fundamental para a compreensão do funcionamento da organização. Na figura 12 fica evidente outro elemento extremamente importante da metodologia, que é a caracterização da cadeia cliente e fornecedor.



Figura 12: Mapeamento do processo

Fonte: PINTO, 1993

Na figura 12 pode ser identificada a hierarquia dos processos. No caso o processo crítico é dividido em subprocessos e os mesmos são divididos em atividades. Esta análise é em muito facilitada pelo uso de matrizes de direcionamento.

2.7.2.2 Segunda fase: Identificação de Oportunidades de Melhoria

A segunda fase da metodologia tem por objetivo identificar as oportunidades de melhoria. Nesta fase podem ser utilizadas outras ferramentas, como por exemplo, o Diagrama de Pareto e o Diagrama de Ishikawa.

As etapas desta fase são:

- Etapa 5: Benchmarking;
- Etapa 6: Alternativas de Soluções;
- Etapa 7: Aprovação;

2.7.2.3 Terceira Fase: Garantia da Melhoria do Processo

Uma vez identificadas as oportunidades de melhoria, resta capturá-las, ou seja, garantir que as mesmas sejam implementadas. Nesta fase podem ser utilizadas ferramentas, como por exemplo, o 5W1H.

As etapas desta fase, segundo a metodologia da IBM, são:

- Etapa 8: Verificação
- Etapa 9: Implantação
- Etapa 10: Reinício

2.7.3 A Metodologia de Gerenciamento de Processos do Grupo de Análise de Valor – GAV

Esta metodologia foi adaptada por Pinto (1993) e Monteiro (1994) da metodologia proposta por Harrington e vem sendo aplicada com bons resultados em trabalhos de extensão do GAV.

A metodologia foi estruturada em quatro etapas conforme representado na figura 13.

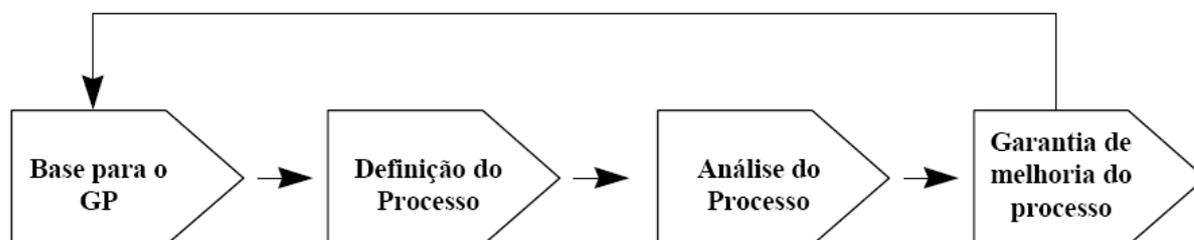


Figura 13: Etapas da Aplicação da Metodologia do GAV

Fonte: AUTOR, 2009.

Para cada etapa foi desenvolvido um conjunto de formulários de coleta de informações. O preenchimento destes formulários direciona a aplicação da metodologia. Os próximos tópicos descrevem algumas das características de cada uma das etapas da metodologia.

Etapa 1 - Base para o GP

O objetivo desta etapa é fornecer subsídios para a execução da metodologia. São esperados os seguintes resultados:

- Visão geral da empresa;
- Entendimento do objetivo, dos produtos e recursos envolvidos em cada processo;
- Definição das equipes e seu treinamento.

Com a aplicação de um conjunto de formulários estes resultados são obtidos em termos de:

- Estrutura da empresa e recursos utilizados;
- Missão da empresa e produtos finais;
- Lista de clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos;
- Mapeamento dos processos.

Etapa 2 - Definição do Processo

Os resultados esperados desta etapa são:

- Definição dos processos prioritários e produtos envolvidos;

- Entendimento do conceito de cliente e fornecedor interno;
- Entendimento dos recursos envolvidos em cada subprocesso;
- Detalhamento do fluxo dos subprocessos analisados;
- Definição de medidas de desempenho.

Etapa 3 - Análise de Processo

Alguns resultados esperados desta etapa são:

- Identificação de problemas;
- Avaliação e priorização dos problemas;
- Geração de idéias de melhoria.

Para realizar a análise do processo são utilizadas diversas ferramentas da qualidade. Por exemplo, o “brainstorming” pode ser utilizado para a geração de idéias e o Diagrama de Pareto pode ser utilizado para a priorização das mesmas.

Um dos elementos mais importantes desta etapa é o relacionamento das atividades com os recursos que as mesmas consomem. A lógica é extremamente simples: como analisar o valor da atividade se não se conhece o custo incorrido para a sua execução?

Etapa 4 - Garantia da Melhoria do Processo

Os resultados esperados desta etapa são:

- Elaboração de um plano de ação contendo as melhorias que devem ser implantadas;
- Aprovação do plano de ação;
- Definição de ferramentas para medir, avaliar e acompanhar o plano de implantação;
- Entendimento e definição de padronização.

Uma das dificuldades que vem sendo observadas na aplicação desta metodologia é o direcionamento dos recursos aos processos. Como a maioria das empresas não tem um enfoque processual de suas operações, elas não sabem o quanto de recursos cada processo consome.

2.8 Análise e Solução de Problemas

Segundo Campos (1992), qualquer decisão gerencial, em qualquer nível, deve ser conduzida para solucionar um problema (lembrando sempre que problema é o resultado indesejado de um processo). Se isto for entendido, fica claro que qualquer decisão gerencial deve ser precedida por uma análise de processo, conduzida de maneira seqüencial através do método de solução de problemas.

2.8.1 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos que usamos para identificar ou trabalhar problemas que se encontram ocultos nos processos. As ferramentas da qualidade podem ser empregadas em diversas situações e modos variados. A criatividade dos integrantes da organização pode encontrar novos meios de utilização, que atendam às suas peculiaridades e necessidades. A fim de facilitar a compreensão e a seleção da ferramenta adequada para cada caso, elas foram divididas em dois grupos principais: ferramentas estruturais e estatísticas.

2.8.1.1 Ferramentas estruturais

São as ferramentas que trabalham com idéias subjetivas e não com dados numéricos objetivos, ficando assim o sucesso do seu emprego dependendo do conhecimento relativo do tema em questão e da criatividade dos indivíduos que as empregam. Elas têm por objetivo levantar e estruturar idéias com a finalidade de elaborar planejamentos, agir para introduzir aperfeiçoamentos e subsidiar processos decisórios. Servem também para identificar causas e efeitos. São extremamente úteis, particularmente em situações de indefinição quanto a prioridades e carência de informações objetivas. A tabela 3 mostra um resumo das ferramentas estruturais e o seu emprego genérico.

FERRAMENTAS	EMPREGO GENÉRICO
BRAINSTORMING	Levantar os aspectos de um tema, em curto espaço de tempo e em equipe.
VOTAÇÃO MÚLTIPLA	Coleta de opiniões ou votos, para selecionar os itens de mais importância ou preferidos de uma lista já elaborada.
TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL	Gerar e selecionar uma lista de opções, de forma estruturada.

DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	Mostrar graficamente e de forma ordenada, as causas que contribuem para um determinado resultado.
ANÁLISE DO CAMPO DE FORÇAS	Analisar a relação entre as forças que atuam sobre determinadas mudanças.
FLUXOGRAMA	Proporcionar uma visão global do processo, detalhando-o em gráfico.
REGRAS BÁSICAS DE REUNIÃO	Regras básicas para se conduzir uma reunião de trabalho eficaz.
LISTA DE VERIFICAÇÃO	Como um memento para ações a realizar, problemas a solucionar e outros.
DIAGRAMA DE AFINIDADES	Estruturar as idéias, opiniões ou aspectos, agrupando aquelas que se relacionam naturalmente e identificando o conceito que abrange cada grupo.
DIAGRAMA EM ÁRVORE	Organizar, sistematicamente e em detalhamento crescente, as tarefas e a seqüência necessária para atingir um objeto principal e os objetivos intermediários a eles relacionados.
DIAGRAMA DE RELACIONAMENTO	Levantar graficamente as relações de causa e efeito entre muitos itens já identificados.
MATRIZ GUT	Estabelecer prioridades entre problemas, aspectos ou opções possíveis baseadas nos critérios gravidade, urgência e tendência.

Tabela 3: Ferramentas estruturais

Fonte: ADAPTADO DE JURAN, 1995.

2.8.1.2 Ferramentas estatísticas

São aquelas que têm por objetivo coletar e processar dados, com a finalidade de elaborar planejamentos, agir para introduzir aperfeiçoamentos, subsidiar o processo decisório, identificar causas e conseqüências, solucionar problemas e executar outras ações. Elas são empregadas, normalmente, quando há disponibilidade de dados confiáveis. São caracterizadas por tratarem com dados mensuráveis e não com idéias subjetivas, sendo sua confiabilidade dependente dos dados e da correta interpretação que damos a eles. A tabela 4 mostra um resumo das ferramentas estatísticas e o seu emprego genérico.

FERRAMENTAS	EMPREGO
FOLHA DE VERIFICAÇÃO	Formulário para registrar a coleta de dados.
PLANO DE AMOSTRAGEM	Estabelecer a forma de coletar dados baseados em amostras.
DIAGRAMA DE PARETO	Ressaltar causas, pela ordem decrescente da freqüência com que ocorrem.

GRÁFICO DE TENDÊNCIA	Mostrar, ao longo do tempo, a existência de variações na média da característica observada no processo.
GRÁFICO DE CONTROLE	Detectar se as variações do processo são devidas as causas comuns ou especiais e verificar se o processo está sob controle.
ÍNDICE DE CAPACIDADE	Comparar a distribuição da capacidade com os limites de especificação do processo.
HISTOGRAMA	Mostrar, graficamente, a variação existente em um processo.

Tabela 4: Ferramentas estatísticas

Fonte: ADAPTADO DE JURAN, 1995.

2.8.2 Método de análise de solução de problemas

Um problema quase nunca é perfeitamente resolvido e a situação ideal quase nunca existe. O método de análise de solução de problemas consiste em identificar as causas, analisar e buscar a solução com o uso de todas as ferramentas possíveis para a análise e avaliação dos problemas. Apresenta-se na figura 14 um organograma para simplificar o método MASP.

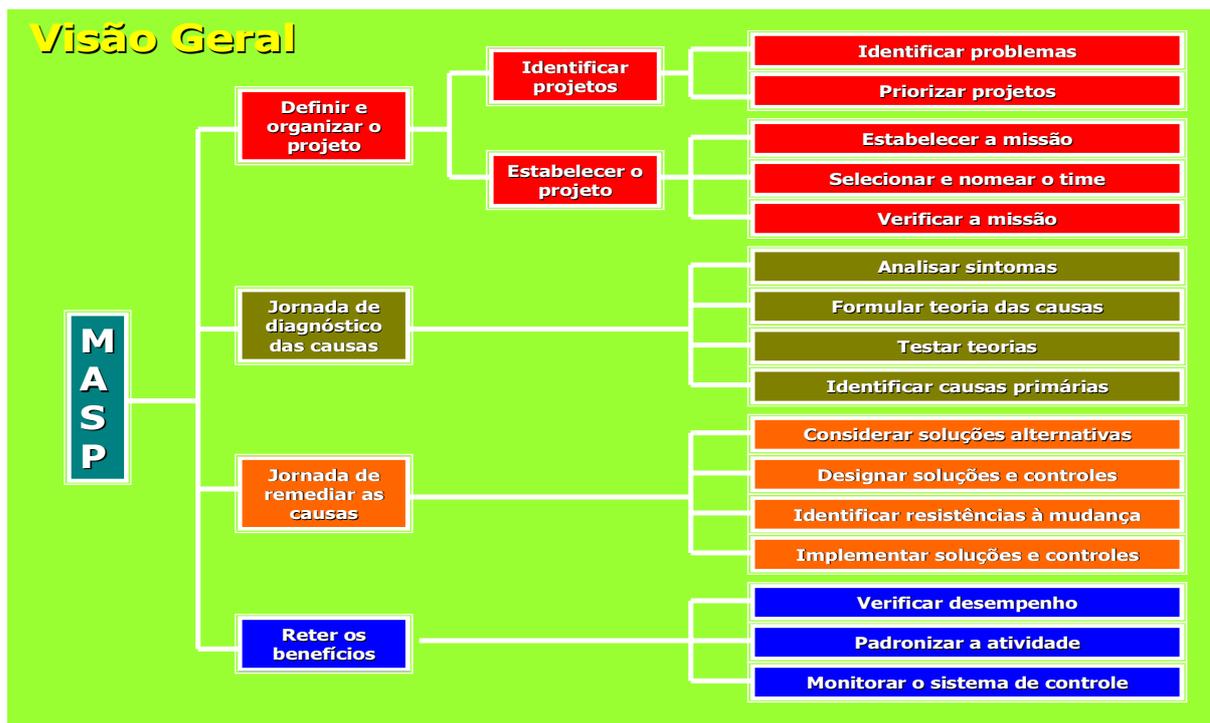


Figura 14: Visão geral do método de análise e solução de problemas.

Fonte: ADAPTADO DE JURAN, 2009.

A seguir apresenta-se o método MASP por fases:

a. Identificação do Problema - Fase 1

Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.

Tarefas:

- Escolha do Problema
- Histórico do Problema
- Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis.
- Fazer análise de Pareto.
- Nomear responsáveis.

b. Observação - Fase 2

Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.

Tarefas:

- Descoberta das características do problema através de:
 - coleta de dados e
 - observação local.
- Cronograma, orçamento e meta.

c. Análise - Fase 3

Descobrir as causas fundamentais do problema.

Tarefas:

- Definição das causas influentes.
- Escolha das causas mais prováveis. (hipóteses)
- Análise das causas mais prováveis. (verificação das hipóteses)
- Houve confirmação de alguma causa mais provável?
- Teste de consistência da causa fundamental.

d. Plano de Ação - Fase 4

Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.

Tarefas:

- Elaboração da estratégia de ação.
- Elaboração do plano de ação para o bloqueio.

- Revisão do cronograma e orçamento final.

e. Ação - Fase 5

Bloquear as causas fundamentais.

Tarefas:

- Treinamento.
- Execução da ação.
- Acompanhamento das ações.

f. Verificação - Fase 6

Verificar se o bloqueio foi efetivo.

Tarefas:

- Comparação dos resultados.
- Listagens dos efeitos secundários.
- Verificação da continuidade ou não do problema.
- Verificar se o bloqueio foi efetivo.

g. Padronização – Fase 7

Prevenir contra o reaparecimento do problema.

Tarefas:

- Elaborar ou alterar o padrão.
- Divulgar e dar treinamento sobre o padrão.
- Desenvolver um sistema de acompanhamento do cumprimento do padrão.

h. Conclusão – Fase 8

Recapitular todo o processo de solução do problema para sua utilização em trabalhos futuros.

Tarefas:

- Relação dos problemas remanescentes.
- Planejamento do ataque aos problemas remanescentes.
- Reflexão e Feedbacks: métodos, ferramentas, comportamentos individuais etc.

- Celebração e Divulgação.

i. Recomendações Finais

Siga o método.

- Use o máximo de dados e ferramentas.
- Envolver as pessoas.
- Divulgue os resultados e o andamento do trabalho.
- Reconheça e celebre os resultados.

2.8.3 Ciclo PDCA

“O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização” (WERKEMA, 1995a). Segundo (CAMPOS, 1992), o Ciclo PDCA é um método para a prática do controle, e é composto das quatro fases básicas do controle: planejar (Plan), executar (Do), verificar (Check) e atuar corretivamente (Action):

i. Planejamento (P) - Consiste em:

- estabelecer metas sobre os itens de controle;
- estabelecer o método para alcançar as metas propostas.

ii. Execução (D) - execução das tarefas exatamente conforme planejado e coleta de dados para verificação do processo. É essencial o treinamento e a educação;

iii. Verificação (C) - a partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado obtido com a meta planejada;

iv. Atuação Corretiva (A) - consiste em atuar no processo em função dos resultados obtidos. Existem duas formas:

- adotar como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada;
- agir sobre as causas do não atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo.

Em geral a indústria de plásticos vem evoluindo principalmente na região sudeste e sul do país. Embora o número de empresas se mantenha constante, recentes pesquisas demonstram um aumento na produção e no consumo de plásticos no Brasil. Neste contexto, está inserida a indústria de rafia que utiliza como matéria prima polímeros como o

polipropileno e o polietileno. O seu processo principal é a extrusão da fita de rafia realizado pela extrusora, máquina que tem como função principal misturar, fundir, plastificar e transportar o material plastificado até a matriz e gerar o balão formando o filme o qual é dividido pelo gileteiro produzindo a fita a qual em seguida passa pela mesa de orientação e pelos cilindros tensores até o bobinador onde a fita é enrolada e posteriormente armazenada.

Para um entendimento do processo são realizados testes de controle de qualidade que tem como objetivo verificar os padrões de qualidade em cada fase do processo e em seus resultados. Além disso foram estudadas algumas metodologias de gerenciamento de processos para identificar e padronizar os processos de forma planejada seguindo a metodologia adotada. Outro tema utilizado para analisar os processos e estudar os problemas ocorridos durante a ação do processo é a ferramenta MASP. Esta metodologia utiliza-se de ferramentas estruturais e estatísticas para identificar ou trabalhar problemas que encontram-se ocultos nos processos.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

A metodologia utilizada foi uma pesquisa exploratória e descritiva, em que os procedimentos de coleta foram utilizados no estudo de caso, realizado na Ráfia Indústria e Comércio de Embalagens Ltda, localizada na região metropolitana de Porto Alegre RS. Para a realização do estudo, inicialmente, foi realizada uma pesquisa de campo, sendo selecionadas amostras da matéria prima utilizadas para produção da trama e do urdume e, após, foram desenvolvidas análises no laboratório de ensaios de materiais da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

3.2 Delimitação do Estudo

O estudo foi delimitado ao processo de extrusão que é a base da produção da fita de ráfia, sendo responsável pelo sucesso dos demais processos, influenciando em todas as etapas da produção da embalagem até o produto final. Além de envolver o maior investimento em matéria prima da empresa, possibilitando identificar possíveis reduções de custos com a reutilização de materiais que, hoje, são considerados resíduos ou subprodutos.

3.3 Análise e Aquisição dos Dados

Uma pesquisa de campo foi realizada junto ao processo produtivo da empresa, em que foi feita uma análise dos dados de produção, fornecedores e demais parceiros. Utilizou-se o método de mapeamento de processos proposto pelo Grupo de Análise de Valor (GAV) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em que este serviu como princípio para identificar e classificar os tipos de resíduos gerados na fonte. Baseou-se em um estudo de caso estruturado em duas etapas. Para cada etapa foi desenvolvido um conjunto de formulários de coleta de informações. Primeira etapa: Construção da base para o Gerenciamento de Processo; Segunda etapa: Definição e Análise do Processo e de Resultados.

I. Base para o Gerenciamento de Processo

O objetivo desta etapa foi fornecer subsídios para a execução da metodologia. Foram averiguados os seguintes dados:

- Missão e visão da empresa;
- Estrutura da empresa e recursos utilizados;
- Definição das equipes e seu treinamento;
- Clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos;
- Mapeamento do processo.

II. Definição e Análise do Processo

Para a definição e análise do processo, partiu-se do estudo das entradas e saídas do processo produtivo e, após, do detalhamento das etapas que o compõe. Os resultados esperados foram:

- Definição dos processos prioritários e produtos envolvidos;
- Mapeamento de geração de resíduos ;
- Avaliação e priorização dos problemas;
- Geração de idéias de melhoria.

A partir deste estudo, foram construídas planilhas de controle e priorizados estudos laboratoriais baseados nos procedimentos de testes necessários à análise. Foi definida uma seleção de amostras para realizar experimentos iniciais no laboratório da UNISC.

Para o monitoramento do processo, foi realizada uma pesquisa de identificação das variáveis que influenciam no processo, através do mapeamento dos processos, de forma a verificar as influências que cada variável terá sobre o produto final. Embora, atualmente, não sejam utilizados, os métodos de medição e controle de variáveis foram fatores fundamentais no monitoramento e, permitiram indicar o comportamento ao longo do processo e do produto final. Com base nestes resultados, é possível propor modificações de modo gradativo, nos percentuais dos polímeros, virgem e reprocessado, na formulação ou na massa da matéria prima, até que se atinjam o objetivo proposto.

A partir da formulação atual, visou-se buscar uma redução do custo da formulação, utilizando apenas material virgem. Em seguida, incluíram-se, de forma gradativa no processo, resíduos de produção, chegando ao aproveitamento máximo de toda matéria-prima inicial, com perda zero de material no processo. Também foi verificada a viabilidade de utilizar equipamentos, hoje, não utilizados no processo, como um picador e um aglutinador, para triturar a fita e o tecido falhado e realizar o aglutinamento deste material, possibilitando que ele seja reutilizado e não refogado como resíduo.

4. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo apresenta-se o desenvolvimento do estudo realizado e os resultados encontrados. Inicialmente, destaca-se o problema e sua situação atual com a descrição dos processos na fase inicial do estudo com a estrutura da indústria. Em seguida, com a utilização do método do grupo GAV de gerenciamento de processos, apresenta-se uma nova estrutura com um novo organograma, mapeamento dos processos e análise das fórmulas coletadas as quais foram analisadas no laboratório de análises da Universidade de Santa Cruz do Sul para identificar a fórmula com melhores índices de qualidade e custo. Além disso, apresenta-se um sistema de parcerias na cadeia produtiva para reprocesso dos insumos de produção evitando desperdícios e a não poluição do meio ambiente.

4.1 Apresentação do Problema

Em geral, os grandes problemas das indústrias de transformação são as perdas de produção durante o processo e a baixa qualidade do produto. Nas indústrias de rafia, este problema ocorre em todas as etapas da industrialização, quais sejam, extrusão, tecelagem, impressão e corte/costura. Porém, estima-se que o processo de extrusão é responsável por grande parte do resíduo gerado e pelos problemas de qualidade da rafia na empresa.

O presente trabalho foi realizado na Empresa Rafia Indústria e Comércio de Embalagens Ltda. No período de 2008 - 2009, que produz embalagens de rafia a partir da extrusão de polímeros. As embalagens são fabricadas por meio dos seguintes processos, definidos no organograma da figura 15.

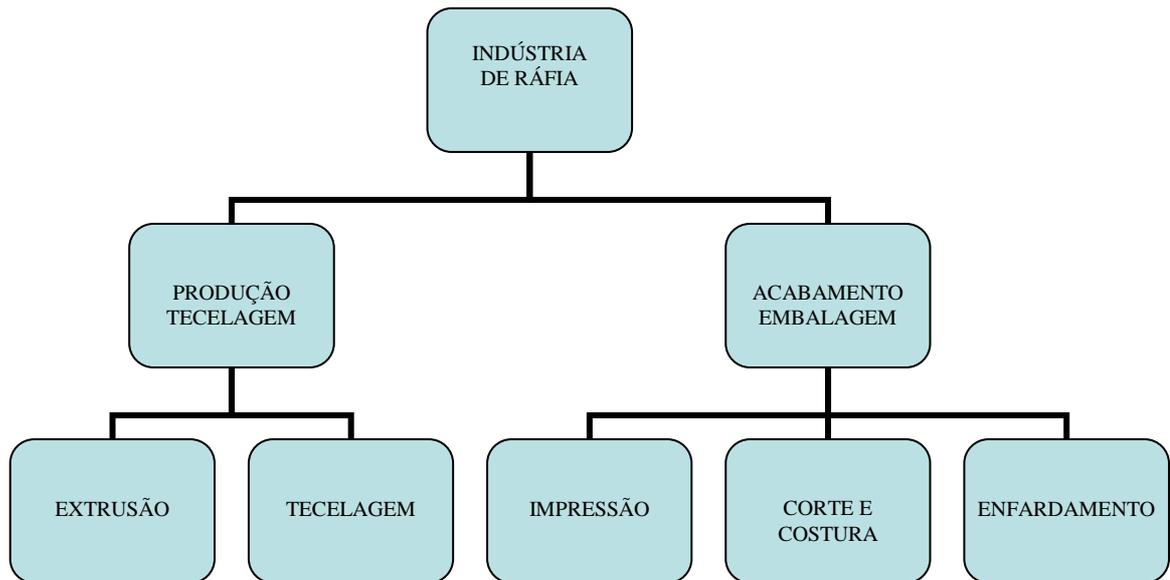


Figura 15: Organograma dos Macro-Processos da Indústria de Ráfia

Fonte: AUTOR, 2009.

A indústria de rafia é composta por dois macro-processos principais: o setor de tecelagem, o qual possui dois processos: o processo de extrusão da fita de rafia e o processo de tecelagem da fita em tecido; e o setor de acabamento, que possui os processos de impressão, corte e costura do tecido e o processo de enfardamento das embalagens cortadas em lotes chamados fardos.

Para entender o organograma e identificar os componentes da indústria de rafia, bem como seus macro-processos e processos, apresenta-se o seguinte quadro de funções na tabela 5:

Identificação do macro-processo e processo	Componentes e Funções
Processo de Extrusão	Extrusor, Auxiliar de Extrusor
Processo de Tecelagem	Tecelão, Auxiliar de Tecelagem
Processo de Impressão	Impressor, Auxiliar de Impressor
Processo de Corte e Costura	Operador de Máquina e Costureira
Processo de Enfardamento	Operador de Prensa

Tabela 5: Identificação das funções nos macro-processos e processos

Fonte: AUTOR, 2009.

4.1.1 Descrição dos Processos

O processo de fabricação das embalagens tem início com a produção do tecido no processo de extrusão e tecelagem. A segunda fase denomina-se acabamento com os processos de impressão do tecido, seguindo para o setor de corte e costura da embalagem e por último, na expedição, com o processo de enfardamento.

4.1.1.1 Extrusão

A matéria prima é composta por polipropileno (PP), polietileno (PEBD), Masterbatch² e Corantes. Os equipamentos utilizados para realizar este processo são duas extrusoras de rosca simples. Suas funções básicas são misturar fundir e plastificar o composto de polímeros, formando uma massa homogênea líquida pelo processo de aquecimento, produzindo um filme tubular contínuo do tipo “balão”, figura 9, que passa por cilindros, sofrendo uma divisão por diversas lâminas formando as fitas e logo é tencionada pelos rolos tensores, figura 16.



Figura 16: Estiramento da fita

Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2006.

² O **Masterbatch** é um composto plástico de um ou mais aditivos em alta concentração usado em segmentos da indústria de transformação plástica (sopro, injeção, extrusão, rotomoldagem, termoformagem e laminação), em resinas ou misturas, como aditivo de cor e balanceador de concentrações.

Abaixo apresenta-se os filtros da extrusora, a figura 17 apresenta a entrada da massa no filtro e as partes pretas são as impurezas da massa originadas do Masterbatch e material reciclado do processo que fica acumulado no filtro devido às altas temperaturas das zonas de aquecimento da rosca. A figura 18 apresenta a saída do material filtrado sendo direcionado para a matriz antes da formação do balão.



Figura 17: Entrada de massa no filtro
Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2008.

Figura 18: Saída de massa do filtro
Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2008.

O processo segue com a fita passando pela mesa de orientação, onde sofre novo aquecimento, realizando a orientação das moléculas. Em seguida, dá-se o estiramento por vários cilindros e por fim o embobinamento da fita, figura 19, pela bobinadeira, que, posteriormente, é enfardada e armazenada no depósito de fitas.



Figura 19: Bobinas de fita de trama e de urdume
Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2008.

O processo de extrusão origina dois tipos de fitas: fita de trama e fita de urdume. A fita de trama compõe o passamento horizontal no processo de tecelagem e a fita de urdume forma o passamento vertical do tecido. A qualidade destes produtos determina o sucesso da tecelagem. Os controles da largura, gramatura, resistência, cor da fita e fibrilamento são algumas das variáveis que determinarão este resultado, o que está diretamente ligado à formulação do composto e configuração da extrusora.

4.1.1.2 Tecelagem

Os fardos de fitas são conduzidos aos teares para confecção do tecido. A fita de urdume é disposta em um suporte “gaiola” e transpassada em diversas passagens no tear para compor o tecido. A fita de trama é colocada em lançadeiras dentro do painel do tear, onde as lançadeiras formam o tecido tubular contínuo, o qual segue pela torre para ser enrolado na bobina pelo bobinador. Cada bobina de tecido possui cerca de 5.000 metros lineares de tecido, com um peso aproximado de 300 kg.

Nos teares, define-se a largura do tecido. De acordo com a necessidade de tecido programada, os teares são regulados por um aro com diâmetro de 45 cm, 50 cm, 55 cm, 60 cm, 65 cm, e 70 cm. Dependendo do aro, adéqua-se a quantidade de fitas de urdume, quanto maior o diâmetro do tecido, maior o aro e maior a quantidade de fitas de urdume.

A velocidade de rotação dos teares define a quantidade de fitas no sentido horizontal, fitas de trama. Esta velocidade é definida pela inversora de frequência acoplada na parte superior do tear. Na tabela 6 apresenta-se uma relação entre a velocidade da inversora, quantidade de fitas, peso e gramatura do tecido e abertura do tecido, que são consideradas as principais variáveis do processo de tecelagem.

Velocidade Inversora	Nr Fitas Trama	Produção Metros	Peso Tecido	Gramatura Tecido	Abertura Tecido
(>)	(<)	(>)	(<)	(<)	(+) aberto
(<)	(>)	(<)	(>)	(>)	(+) fechado

Tabela 6: Comparação entre as principais variáveis do processo de tecelagem

Fonte: AUTOR, 2008.

Na tabela 6, apresenta-se as variáveis de controle da gramatura do tecido: Para se produzir um tecido de gramatura baixa (tecido leve), aumentamos a velocidade da inversora

do tear, com isso, o tecido é tracionado com maior velocidade para fora do painel do tear, assim diminui a quantidade de fitas de trama por metro quadrado de tecido, aumenta a quantidade de metros produzidos, diminui a gramatura e o peso, resultando em um tecido mais aberto e mais leve. Para se produzir um tecido mais pesado, por exemplo, do tipo exportação, diminuimos a velocidade da inversora para que aumente a quantidade de fitas de trama por metro quadrado de tecido, porém diminui a quantidade de metros de tecido produzido, ficando mais pesado e mais fechado. Mas, neste processo de aumentar e diminuir a gramatura do tecido deve ser levado em consideração o denier da fita (Peso da fita). Quanto maior o denier da fita, maior a gramatura do tecido, onde o denier é o peso específico medido em 10m de fita de amostra. O teste da gramatura é realizado de duas maneiras: o teste pontual realizado através de uma amostra “Bolacha”, figura 20, de tecido retirada de um local qualquer do rolo de tecido ou através da fórmula da gramatura onde se deve possuir o peso da bobina e os metros lineares de tecido representado pela seguinte fórmula:

- Fórmula da gramatura do tecido:
$$\text{Gr/m}^2 = \frac{\text{Peso da bobina de tecido}}{\text{Largura}^2 \times \text{comprimento}}$$

- Amostra do teste da gramatura pontual:



Figura 20: Amostra do teste de gramatura

Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2008.

4.1.1.3 Impressão

As bobinas de tecido são conduzidas ao setor de acabamento. Dependendo da solicitação do cliente, as embalagens podem ser impressas ou não. Caso seja impresso, o tecido passa pelo processo de impressão flexográfica. O tecido é impresso de acordo com o pedido do cliente. Cada cliente possui uma arte específica, da qual pode solicitar impressão, por exemplo: três cores na frente da embalagem e três cores no verso, quatro cores na frente e duas no verso, cinco cores na frente e uma cor no verso ou seis cores na frente e nenhuma cor no verso, etc.

No processo de impressão, a bobina de tecido é disposta na impressora de forma a ser conduzida aos cilindros e, antes de ser impresso, recebe o tratamento corona³, segue aos cilindros onde cada um possui uma matriz (“clichê”), com cores diferentes e após passa por um processo de secagem da tinta até chegar ao final com a bobina impressa.

4.1.1.4 Corte e Costura

O tecido impresso ainda tubular e contínuo segue ao setor de corte/costura, onde se realiza o corte e a costura da embalagem. O operador da máquina de corte/costura tem um papel muito importante na questão do controle de qualidade. Embalagens com falhas de impressão, de corte ou costura e defeitos no tecido devem ser retirados do processo. As embalagens, que estão conformes, são envolvidas por um filme de tecido (capa) e enfardado em lotes de 500 unidades e colocado no depósito.

4.1.2 Análise da Situação

A situação anterior ao início deste trabalho era totalmente informal. Não havia controle de produção e de processos, não tinha padrão de formulação de extrusão, o gerente de tecelagem apenas ordenava ao extrusor a colocar (x) Kg de Polipropileno, (y) Kg de Polietileno, (z) Kg de Masterbatch e (r) Kg de Auxiliar de Fluxo no misturador. O extrusor por sua vez, usava para compor a mistura uma medida (caneca) de tamanho diferente para

³ O efeito corona é uma descarga elétrica causada pela diferença de potencial entre dois eletrodos e seu objetivo é facilitar a penetração, aderência e fixação da tinta no tecido.

cada composto, o que acabava distorcendo a quantidade de matéria prima que deveria ser colocada.

Já no setor de tecelagem, os operadores regulavam a velocidade da inversora de forma individual, de acordo com o seu entendimento, sem conferir qual a gramatura do tecido que estava saindo do tear. Assim, ora eram produzidas bobinas de tecido com gramatura 62 gramas por metro quadrado, ora com gramatura 57 gramas resultando grandes diferenças no padrão do tecido.

No setor de acabamento havia uma sala de acúmulo de resíduos, o operador da máquina de corte retirava as embalagens fora do padrão e colocava na sala, onde ocorria o acúmulo de material e no final do mês este material era todo vendido como resíduo a 37,5% do custo. Na expedição, os fardos eram amarrados com três fitas ao meio, permanecendo a frente aberta e exposta a sujeiras, o que é um fator de higiene não observado, pois as embalagens são destinadas ao embalo de farinha, açúcar, arroz, etc.

4.1.2.1 Extrusão

Atualmente, ocorre um grande desperdício ao longo do processo de extrusão da fita. Isto ocorre em dois momentos: na fase da divisão do filme (Figura 15), onde surgem os primeiros fios de resíduo “fios de ponta”, que são as bordas do filme extrudado, que ao passar nas lâminas será retirado do processo, pois é um fio desuniforme nas suas dimensões. Mas existe uma máquina “picador” ou “moinho”, a qual “tritura” este fio e, o conduz de volta ao misturador no início do processo. Ao passar pelos cilindros de estiramento (Figura 16), o fio chega a bobinadeira (Figura 21). Nesta fase a fita pode romper-se e enrolar-se em algum objeto. Com isso, o operador terá que recolocar a fita na bobina e a sobra será descartado como resíduo. Mas ainda há a fita da bobina, que foi mal enrolada ou está amassada, a qual deverá ser retirada da bobinadeira, tendo a parte danificada, também descartada como resíduo.



Figura 21: Bobinadeira de fitas

Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2006.

Outro fator importante é a interrupção do processo causado pela variação “pico” e falta de energia, pois a cada queda de energia o balão deforma-se, isto é, “cai”, causando perda do filme na queda e também ao reiniciar o processo. E ainda, há a questão da durabilidade e troca das lâminas e da tela do filtro, Figura 18 e 19, os quais têm atualmente uma durabilidade de 6 a 7 dias. Isto depende diretamente da composição da formulação, onde o masterbatch apresenta alto teor de dióxido de titânio e carbonato de cálcio, que é corrosivo às lâminas de corte e, além disso, apresenta impurezas que poluem e bloqueiam a tela do filtro.

4.1.2.2 Características das extrusoras

O setor de extrusão possui duas extrusoras. A extrusora 1 produz a fita de trama, esta extrusora não possui picotador. Neste caso, a fita da lateral é orientada e enrolada normalmente pelos bobinadores junto com as demais, sendo separada no estoque de fitas para não ser misturada com as outras fitas e, de maneira controlada, esta fita é utilizada na composição do tecido, pois apresenta variações na largura e pode causar variações na gramatura do tecido. A trama é introduzida no tear em lançadeiras no painel do tear e compõe o tecido no sentido horizontal.

A extrusora 2 produz a fita de urdume, esta possui picotador o qual tritura a fita da borda lateral de ambos os lados, reintroduzindo o material de volta ao misturador junto à matéria prima inicial sem sofrer orientação molecular. O urdume é disposto em gaiolas, apresentadas na Figura 22, para então ser introduzido no tear no sentido vertical, onde transpassa a trama passando uma vez por baixo da trama e outra vez por cima formando o cruzamento das fitas para a composição do tecido.



Figura 22: Gaiolas dos Teares

Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2006.

4.1.2.3 Tecelagem

Já no setor de tecelagem, os rolos de fita são colocados nas “gaiolas”, conforme foi apresentado na Figura 22, e puxados pelo bobinador do tear, figura 24, até o fim da fita. Mas quando este rolo está próximo do final, a fita começa a não desenrolar e a rasgar o mesmo acontece com a fita de trama mostrada no painel do tear, figura 23. Com este problema, o operador retira-o e coloca um rolo novo, resultando assim no resíduo de tecelagem, o qual é retirado do tubo e descartado. Este problema está relacionado ao incorreto enrolamento da fita pela bobinadeira da extrusora e a variação da gramatura da fita. Além disso, os rasgos da fita, tanto da trama quanto do urdume, devido à baixa resistência, resultam em paradas do tear para emendar esta fita. Porém toda vez que o tear dá partida, além do buraco causado pela ruptura do fio, causa um amaço de aproximadamente 10 a 15 voltas de trama no tecido que gera perda

de uma embalagem no acabamento. Estas falhas seguem junto com a bobina de tecido, e são retiradas na fase de corte/costura, onde o operador inspeciona e retira estas embalagens.

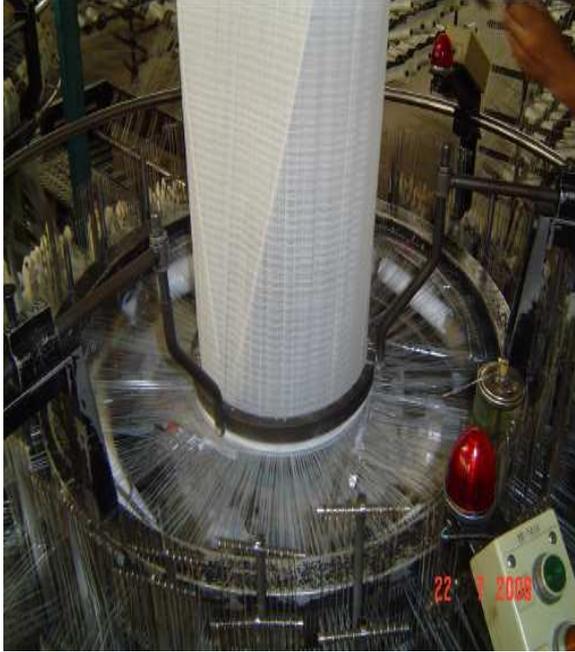


Figura 23: Painel do Tear
Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2006.



Figura 24: Bobinador de saída do tecido
Fonte: REGISTRO FOTOGRÁFICO DO AUTOR, 2006.

4.1.2.4 Características dos Teares

O tear é uma máquina utilizada exclusivamente no processo de tecelagem. Sua operação é automática de forma que um tecelão opera de quatro a seis teares ao mesmo tempo. Abaixo apresenta-se os seus componentes e características:

- Conjunto de gaiolas: O tear é dotado de dois conjuntos, que servem como suporte para os carretéis de urdume. Dispostos um em cada lado suportam em média cerca de 80 carretéis de urdume.

- Motor principal: É responsável pela rotação do eixo central do tear, o qual tem a função de movimentar as lançadeiras e proporcionar o movimento das torres.

- Lançadeiras: Um jogo de quatro lançadeiras que são movimentadas pelo motor principal e tem a função de conduzir os carretéis da fita de trama no sentido horizontal.

- Torres: Um grupo de oitenta e seis torres, dispostas duas a duas, movimentadas pelo motor principal. Quando uma esta elevada à outra esta rebaixada. Sua função é alternar a posição da fita de urdume no movimento das lançadeiras.

- Aro: Um aro de largura variada, conforme a largura de tecido desejado. Seus tamanhos podem ser de 45cm até 70cm. Sua função é definir a largura do tecido.

- Cilindros: Conjunto de dois cilindros acionados pelo motor redutor. Sua função é puxar o tecido para fora do painel do tear. A velocidade da inversora que controla o torque do motor redutor tem uma função especial. Quanto maior a velocidade da inversora, mais rápido o motor redutor puxará o tecido para fora do painel pelos cilindros, menor será a quantidade de trama transpassada pelas lançadeiras. Com a diminuição de fitas por metro quadrado, conseqüentemente o tecido fica menos estruturado, mais frágil e mais leve e do contrário, menor a velocidade da inversora, mais estruturado, resistente e mais pesado o tecido fica.

- Bobinador: Composto por uma estrutura com três rolos de cilindros acionados por um motor os quais tracionam o tecido e proporcionam a formação da bobina de tecido.

4.1.2.5 Funcionamento dos teares e formação do tecido

A fita de urdume é disposta nas gaiolas e a trama é colocada nas lançadeiras dentro do painel do tear. O tear é acionado por três motores: o motor principal que aciona as torres e as lançadeiras; o moto redutor que aciona os cilindros que puxam o tecido do painel do tear e o motor do bobinador que puxa o tecido e enrola na bobina.

O motor redutor aciona dois cilindros que puxam o tecido para fora do tear. Assim o urdume, é puxado das gaiolas, passando pelo conjunto de torres, as quais são dispostas duas a duas, onde uma torre está elevada e a outra está disposta para baixo. Desta forma a fita entra no painel do tear que possui quatro lançadeiras, aonde a lançadeira conduz uma fita por baixo e outra por cima e que está girando horizontalmente conduzindo a fita de trama. Quando a torre está elevada, a fita de urdume passa por cima da lançadeira e com isso se sobrepõe a trama e quando a torre baixa, o urdume passa por baixo da lançadeira, ficando sobreposta pela trama e assim sucessivamente as fitas são posicionadas formando a estrutura do tecido, passando pelos cilindros superiores comandados pelo moto redutor, seguindo para o

bobinador onde o tecido é enrolado formando uma bobina de cerca de 5.000 metros até ser trocada.

4.1.2.6 Características do tecido

O tecido tem como característica principal a gramatura. Gramatura é o peso específico de uma área de um metro quadrado de tecido, cujo teste é realizado em uma área circular de 10cm de diâmetro. Este material é pesado e tem como padrão para o tecido convencional estudado de 60 gramas. Acima deste peso, o tecido é considerado pesado, sendo abaixo, o tecido é considerado leve.

Esta característica é definida no tear em duas regulagens: no motor central que é controlado por uma inversora; quanto maior a velocidade, maior a rotação do eixo central e as lançadeiras conduzem mais trama por minuto. Isto causa um aperto na trama, deixando o tecido mais estruturado e fechado e adicionando um peso maior de material. A outra regulagem dá-se no motor redutor que puxa o tecido para fora do tear. Quanto maior a velocidade do motor redutor, mais rápido o material é puxado para fora do tear e conseqüentemente menos trama as lançadeiras conseguem colocar por metro quadrado e assim o tecido fica mais leve e menos estruturado ou “mais fraco”.

4.1.2.7 Estudo das falhas de tecido

No processo de tecelagem podem surgir dois tipos de tecido: tecido falhado por falta de trama e tecido falhado por rasgos de fita urdume, que causa os buracos no tecido. Quando ocorre o término ou o rasgo da trama no carretel dentro da lançadeira, fica faltando trama na estrutura do tecido, deixando espaços maiores e as fitas ficam mais distantes umas das outras. A segurança que o tear dispõe para evitar esta falha é um sensor apontado sobre a lançadeira que possui uma fita reflexiva na sua parte superior. Quando termina ou rasga a trama, o braço se fecha para dentro da lançadeira e o sensor capta reflexão fechando o sistema elétrico do tear, desarmando-o.

O urdume possui uma trajetória maior até chegar ao aro de formação do tecido. Pode ocorrer o enrolamento nos suportes das gaiolas, figura 22, não conseguir desenrolar por má formação do carretel, figura 19, pode se romper no trajeto até o tear, desfiar nos liços das

torres, etc. quando isso ocorre, surge um buraco no tecido. O sistema de segurança para esta falha é um aro que circunda o tear. Quando uma fita se rompe, sua palheta rebate contra o aro, o qual desarma o tear.

Quando ocorre o rompimento de qualquer uma destas fitas o tear é desativado pelo sistema de segurança, o tecelão repõe a fita e volta a ligar o tear. Porém, ao ligar o tear, o tempo de arranque causa um amasso de trama com cerca de 3 a 5 cm no tecido. Estas falhas seguem no tecido e somente são retiradas no setor de acabamento, depois de ser impresso, sendo separado após o corte da embalagem, causando perdas de tintas e solventes na impressão e linha de costura.

4.1.2.8 Resíduos de Tecelagem

Os resíduos de tecelagem são apenas as sobras de fita nos carretéis que não foram bobinados corretamente pela extrusora. A fita de urdume não desenrola corretamente na gaiola, sofrendo rompimentos diversos, o tecelão a retira e coloca outro carretel no lugar. A fita de trama bobinada de forma desuniforme causa rasgos e, deverá ser trocada por outra. Estes carretéis são reunidos e desenrolados no setor de limpeza de fitas para desocupar o carretel e seguem para o saco de resíduos.

4.1.2.9 Acabamento

No setor de acabamento, a maior parte dos problemas está relacionada à baixa qualidade de tecido. As demais quebras de acabamento são: falha de impressão e erros de corte. O setor dispõe de um local de arremates onde os erros de costura retornam para as costureiras, as quais o refazem e recuperam a embalagem.

4.2 Aplicação do Método do Grupo GAV para obtenção dos resultados

A metodologia baseia-se em um estudo de caso estruturado em duas etapas: 1. Base para o Gerenciamento de Processo. 2. Definição e Análise do Processo. Para cada etapa foi desenvolvido um conjunto de formulários de coleta de informações. O preenchimento destes formulários direciona a aplicação da metodologia. Os próximos tópicos descrevem algumas das características de cada uma das etapas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

4.2.1 Base para o Gerenciamento dos Processos

O objetivo desta etapa é fornecer subsídios para a execução da metodologia. Nesta etapa, até o momento, foi desenvolvido, a partir de pesquisa documental e pesquisa de campo, um levantamento dos principais dados existentes na empresa, e a partir desta pesquisa foram desenvolvidas as seguintes definições para o desenvolvimento do trabalho: Missão e visão da empresa; Estrutura da empresa e recursos utilizados; Definição das equipes e seu treinamento; Clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos; Mapeamento dos processos.

4.2.1.1 Missão e visão da empresa

MISSÃO

Proporcionar soluções em embalagens, garantir segurança e proteção para os produtos de nossos clientes, buscando constantemente o aprimoramento dos nossos colaboradores, melhoria contínua em tecnologia, parceria com fornecedores e clientes, retorno financeiro adequado, primando pelo cumprimento dos nossos valores.

VISÃO

Tornar-se referência nacional na produção de rafia através da utilização de tecnologias limpas, proteção ambiental, desenvolvimento do ser humano e gestão da qualidade e inovação.

Da análise da missão e da visão percebe-se que a empresa está preocupada com a melhoria contínua e com o uso de tecnologias adequadas visando a minimização na geração de resíduos.

4.2.1.2 Estrutura da empresa e recursos utilizados

Para análise da estrutura da empresa apresenta-se na Figura 25, o novo organograma do macro-processo desenvolvido pela empresa com o incremento do novo setor de Controle de Qualidade e Treinamento.

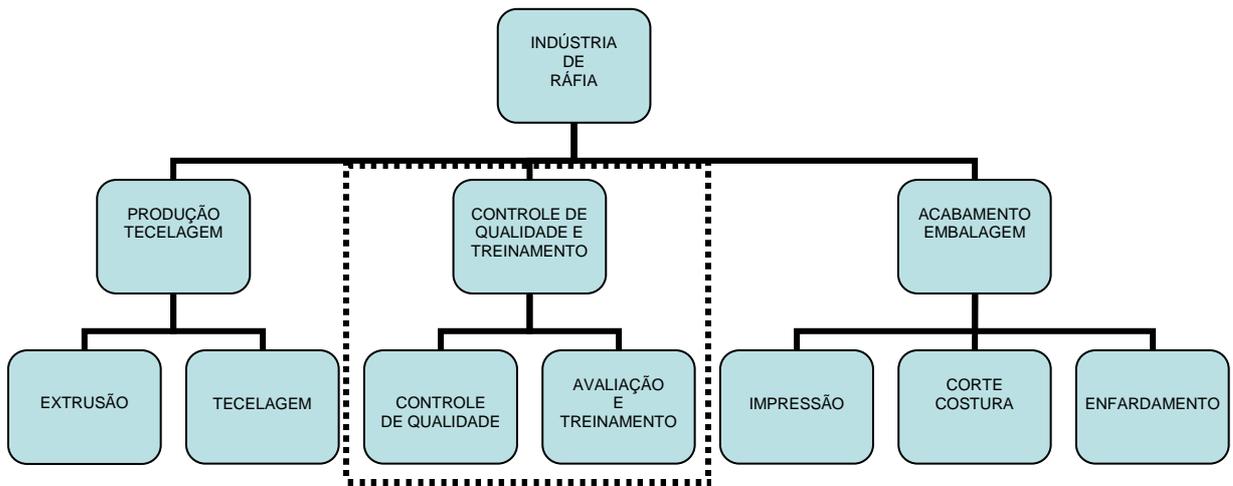


Figura 25: Novo Organograma dos Macro-Processos da Indústria de Ráfia

Fonte: AUTOR, 2009.

Para a definição das equipes e seu treinamento foi implementado um novo setor que está em destaque no organograma, para que a empresa possa manter treinamento constante através de resultados do desempenho dos seus colaboradores, buscando agregar pessoas com perfil adequado a uma determinada equipe. Caso o colaborador não consiga atender o desempenho desejado em uma determinada equipe, há a preocupação da empresa em realocá-lo em outro setor.

4.2.1.3 Definição das equipes e seu treinamento

Com a definição do novo setor de controle de qualidade e controle de produção observou-se o desempenho de cada operador. Com isso as equipes foram reformuladas de acordo com os resultados obtidos, e definiu-se o treinamento adequado para cada operador de acordo com o seu desempenho e foi definido um cronograma de treinamento constante para a manutenção dos resultados e evolução das equipes.

4.2.1.4 Clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos

Realizando uma análise dos insumos recebidos e dos produtos gerados pelos processos, são apresentados na Figura 26 os resultados da avaliação, realizada pelo gerente industrial, das especificações e requisitos aos fornecedores e aos clientes.

Formulário	I3	etapa			Assunto	CUMPRIMENTO DE ESPECIFICAÇÕES E REQUISITOS	Empresa	Indústria de Ráfia X		
INSUMOS/ENTRADAS	CUMPRIMENTO DE ESPECIFICAÇÕES (FORNECEDOR)			PROCESSO	PRODUTOS	ATENDIMENTO AOS REQUISITOS (CLIENTE)				
	☺	☹	☹			☺	☹	☹		
<ul style="list-style-type: none"> • Material de escritório • Jornais e revistas • Guia de Fornecedores 	X	X		RECEPÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Recepção do cliente • Informações • Serviços adicionais • Atendimento telefônico 	X	X	X		
<ul style="list-style-type: none"> • Insumos de Extrusão • Materiais de Manutenção • Tecidos • Tintas e Solventes • Fitas e Linhas de Costura 	X	X		TECELAGEM ACABAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Tecidos Convencionais e Laminados • Embalagens Convencionais e Laminadas 	X	X			
<ul style="list-style-type: none"> • Material de limpeza • Itens de toilet 	X			CONSERVAÇÃO E LIMPEZA	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza de salas e estrutura • Reparos na estrutura • Serviço de Jardinagem 	X	X	X		
<ul style="list-style-type: none"> • Materiais de escritório • Dados dos demais setores • Informações da recepção 	X	X		ADMINISTRAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de custos e investimentos • Gestão de pessoal • Resolução de problemas • Gestão da Qualidade 	X	X	X		
? = não avaliado										

Figura 26: Cumprimento de Especificações e Requisitos

Fonte: AUTOR, 2008.

Da análise da Figura 26, e considerando que este estudo tem foco no processo produtivo, observa-se no processo de tecelagem e acabamento a necessidade de melhorar o cumprimento de especificações e requisitos considerando a otimização entre cliente e fornecedor interno. Cita-se como exemplo uma situação em que o processo de extrusão gera fios com qualidade satisfatória, para um bom uso do fio na tecelagem. Já em relação à tecelagem para o acabamento não há uma conformidade nos padrões de qualidade de tecido, o que resulta no processo de acabamento um aumento na geração de resíduos.

4.2.1.5 Mapa dos Processos

O mapeamento dos processos da estrutura de produção a partir do recebimento da matéria-prima, seguindo pelas etapas de processamento e concluindo pela expedição que já

apresenta o produto final que é destinado ao cliente. Na Figura 27, apresenta-se a definição do mapa dos processos realizados pela indústria de rafia estudada.

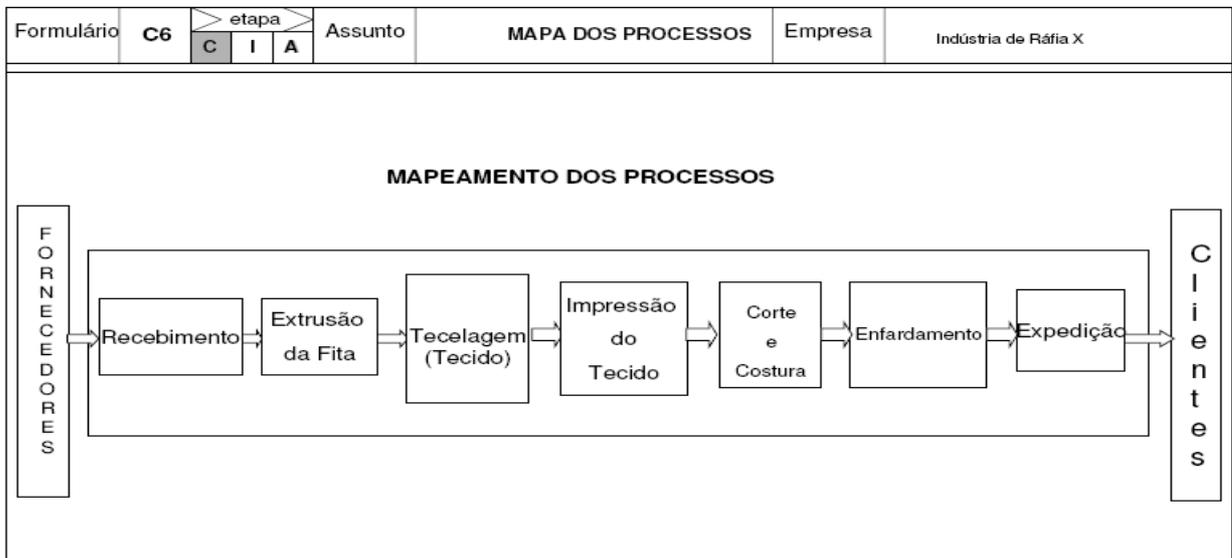


Figura 27: Mapeamento dos Processos da Indústria de Ráfia
Fonte: AUTOR, 2008.

Os processos foram padronizados por setor, onde se pode analisar o aprendizado por etapas, o desmembramento deixa o fluxo dos processos mais próprio para análise dos resultados e definição de metas por processo.

4.2.2 Definição e Análise dos Processos

O objetivo desta etapa é estabelecer o desenvolvimento de ferramentas para a melhoria dos processos, avaliação e priorização dos problemas e geração de idéias. Para a definição e análise dos processos partiu-se do estudo das entradas e saídas do processo produtivo e após detalhamento das etapas que o compõe.

4.2.2.1 Definição dos processos prioritários e produtos envolvidos

Os processos da indústria de rafia em geral são interligados uns aos outros de forma direta, no sentido de que o processo anterior obteve um produto fora do padrão, resulta em formação de resíduos para o próximo processo na indústria estudada.

O processo prioritário, cujo foco do trabalho está voltado, é o processo de extrusão, onde o principal produto envolvido são os polímeros que compõe a formulação do processo de extrusão da fita de rafia. A seguir apresenta-se uma análise da composição da mistura definida pelo gerente da extrusão e o resultado da coleta dos dados das planilhas de controle de produção.

Atualmente, o sistema de mistura é dado por um misturador instalado no início da extrusora. A mistura é colocada no reservatório e fica continuamente em movimento por um eixo interno. A mistura utilizada antes deste estudo era constituída por:

a) Fórmula Definida pela Gerência:

Na tabela 7 apresenta-se a fórmula da mistura definida como padrão pela gerencia do setor de extrusão.

Definição da Fórmula					
	Polipropileno	Antifibrilante	Pigmento Master	Auxiliar Fluxo	Polietileno
Trama	98,45697%	0,000%	0,8843%	0,65873%	0,000%
Urdume	97,55275%	0,530%	1,52423%	0,000%	0,39401%

Tabela 7: Formulação da extrusão definida pela gerencia
Fonte: AUTOR, 2008.

Mas para constatar se a fórmula estava sendo seguida na prática pelo operador analisou-se as planilhas de controle, anexo 12, onde as quantidades de cada produto foram apontadas. Apresenta-se a fórmula coletada, tabela 8, através de uma planilha de coleta de dados para fazer uma comparação com a fórmula definida pela gerência.

b) Fórmula Coletada da Planilha de Dados:

Fórmula Coletada					
	Polipropileno	Antifibrilante	Pigmento Master	Auxiliar Fluxo	Polietileno
Trama	98,55453%	0,000%	0,7884%	0,65703%	0,000%
Urdume	98,63817%	0,095%	1,03054%	0,000%	0,23641%

Tabela 8: Formulação da extrusão coletada pela planilha de dados

Fonte: AUTOR, 2008.

Como pode-se observar na comparação da fórmula da tabela 8, ocorre uma variação em todos os produtos da fórmula da tabela 7 definida como padrão pela gerencia. Isto significa que não há um padrão na composição da mistura. A partir desta coleta de dados, foi definido um monitoramento diário sobre o padrão da formulação com o objetivo de alcançar melhores resultados na qualidade do fio e redução do resíduo no final do processo. Com isso, iniciou-se um mapeamento dos processos e geração dos resíduos.

4.2.2.2 Mapeamento das entradas e saídas dos processos e seus resíduos gerados

Na Figura 28, apresenta-se um mapeamento das entradas e saídas dos insumos, produtos e resíduos gerados pelo processo de produção das embalagens de rafia.

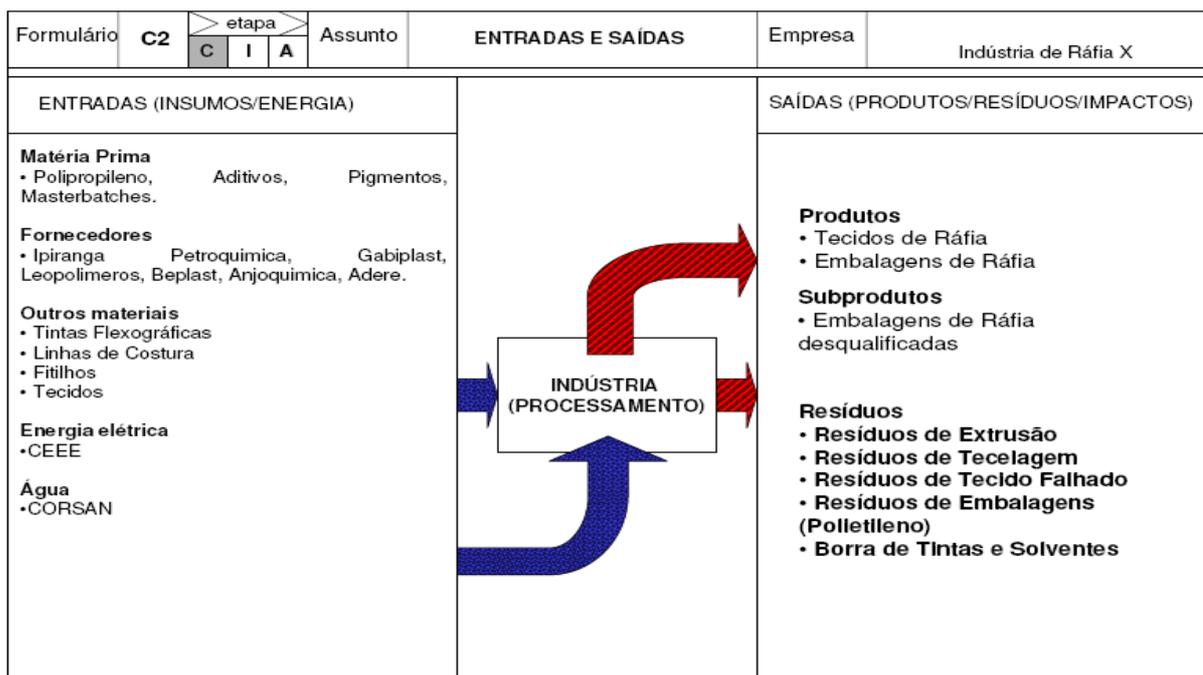


Figura 28: Mapeamento de Entradas e Saídas de Insumos e Produtos
Fonte: ADAPTADO DE NERES, 1998.

Observando os dados apresentados na Figura 28 são gerados no processo estudado subprodutos e diversos tipos de resíduos.

Os subprodutos apresentados na Figura 28, como as embalagens desqualificadas são resultadas de defeitos de impressão como, por exemplo: falha de tinta, impressão fora da matriz, impressão borrada, impressão fora das especificações do cliente. Estas embalagens são

costuradas em tamanho padrão, e são comercializados a um preço cerca de 30% inferior ao preço normal.

Apresenta-se a coleta dos dados do mapeamento dos resíduos fazendo um comparativo entre o segundo semestre de 2007 representados na figura 29 com o primeiro semestre de 2008 representados na figura 30:

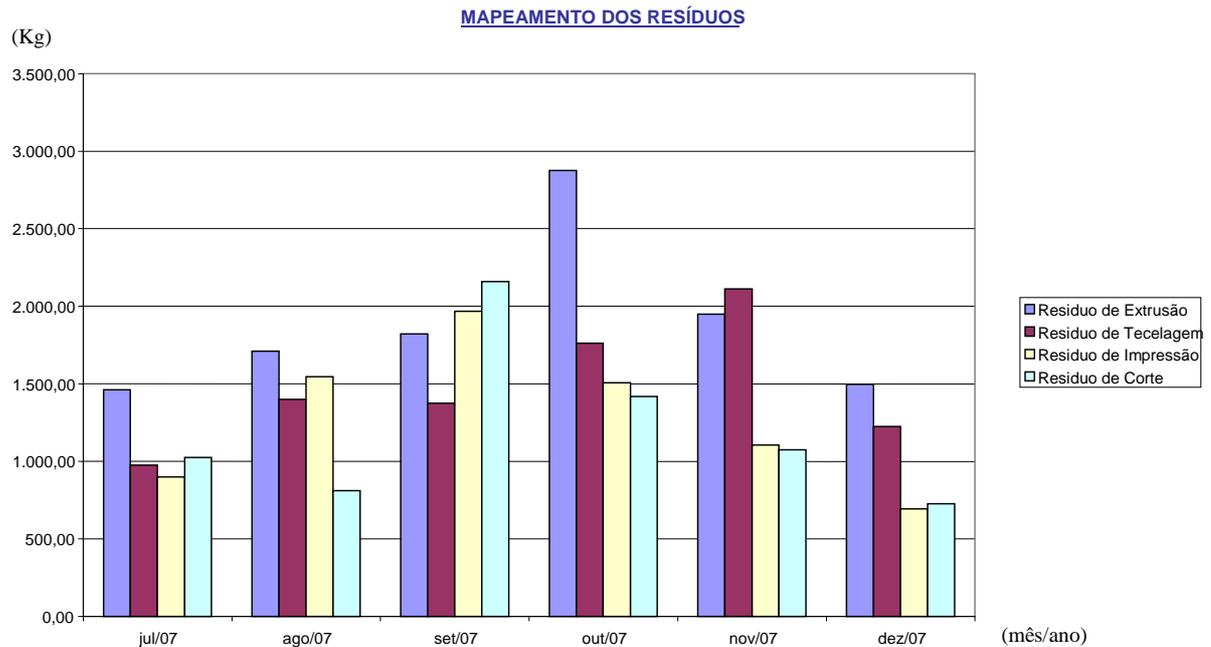


Figura 29: Gráfico do mapeamento dos resíduos 2º sem 2007.

Fonte: AUTOR, 2008.

O gráfico da figura 29 identifica o resíduo de extrusão como a maior quantidade de resíduo gerado no mês comparado com os demais tipos de resíduos. Analisando o anexo 1, o total de resíduo de extrusão gerado que no semestre foi de 11.317,48 kg, o que representa 32,25% do total de 35.091,03 kg de toda a indústria e 27,9% a mais que o setor de tecelagem, o qual gerou 8.848,82 kg. Ao final deste período, estes números foram utilizados para realizar uma padronização no processo de composição da mistura e analisar os resultados no semestre seguinte conforme anexo 1. Para isso foi utilizada a planilha de controle descrita no anexo 2.

Com a coleta de várias planilhas de controle de extrusão, como a planilha do anexo 2, conseguimos obter os dados planilhados no anexo 3 e representados no gráfico da Figura 30.

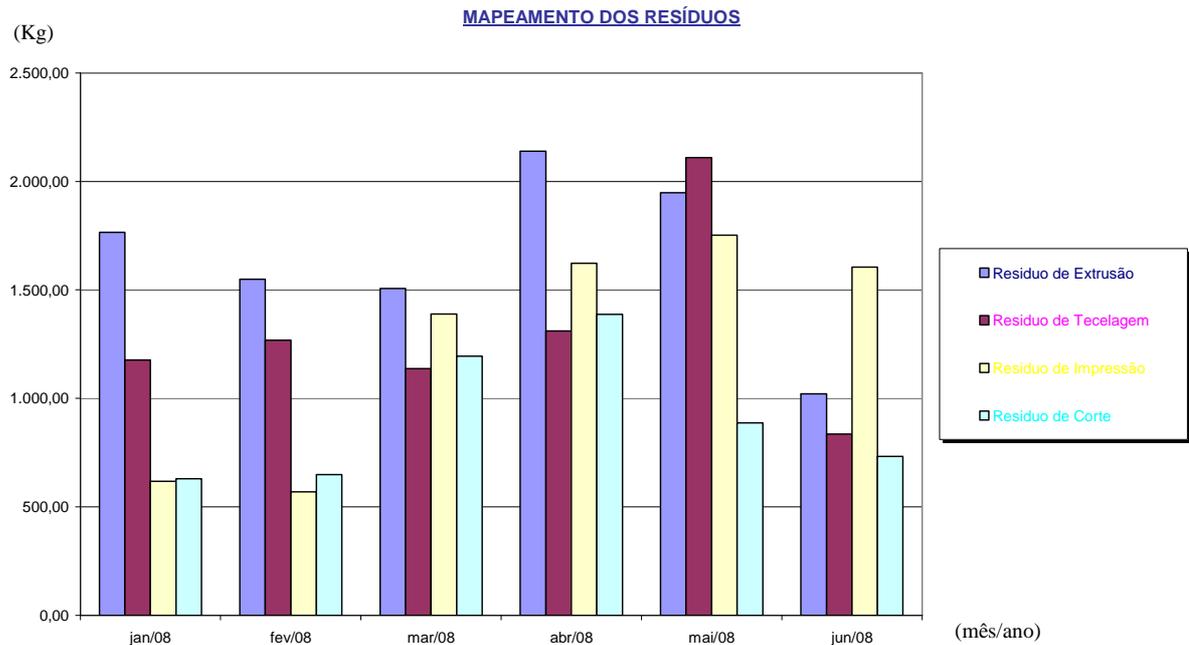


FIGURA 30: Gráfico do Mapeamento dos resíduos 1º sem 2008.

Fonte: AUTOR, 2008.

Analisando o gráfico da figura 30, pode-se observar nos dois últimos meses o volume do resíduo diminuiu em relação ao resíduo de tecelagem. Embora ainda verificou-se que o total de resíduo de extrusão gerado no semestre foi de 9.930,18 kg (Anexo 3), o que representa 32,23% do total de 30.807,13 kg de toda a indústria, mas ainda 26,68% a mais que o setor de tecelagem, que gerou 7.838,60 kg. Já em relação ao semestre anterior, reduziu-se 13,97% e no total do semestre a redução do resíduo foi de 4.283,90 kg, representando uma queda de 13,90% no total.

4.2.2.3 Avaliação e priorização dos problemas

Para a avaliação e priorização dos problemas reuniu-se um grupo de 5 colaboradores da Indústria de Rafia X, sendo um componente de cada setor e realizou um “Brainstorming”. Foram listadas em um quadro negro cinco problemas de cada colaborador com relação a seguinte pergunta: “Qual o fator que você considera mais importante para a diminuição dos resíduos da indústria?”. Apresenta-se na tabela 9 as idéias listadas.

* Pergunta: Qual o fator que você considera mais importante para a diminuição dos resíduos da indústria?

Colaborador	Respostas	Pontos
Colaborador 1	1. Variação do Denier da fita	1
Colaborador 1	2. Variação na fórmula da mistura da extrusão	5
Colaborador 1	3. Temperatura da mesa de orientação	0
Colaborador 1	4. Tubos de fita mal enrolados	1
Colaborador 1	5. Tubos de fita batidos	0
Colaborador 2	6. Tear não tem sensor de parada adequado	0
Colaborador 2	7. Fita com pouca resistência	4
Colaborador 2	8. Trama enrola nas gaiolas e rasga até o tear	0
Colaborador 2	9. Lançadeira do tear não para quando a fita rasga	2
Colaborador 2	10. Fita não desenrola até o final	2
Colaborador 3	11. Fita tem variação na largura	0
Colaborador 3	12. Velocidade da inversora do tear muito alta	0
Colaborador 3	13. As agulhas do tear estão gastas	1
Colaborador 3	14. O refletor do sensor da lançadeira é de má qualidade	0
Colaborador 3	15. O filtro da extrusora é muito aberto	0
Colaborador 4	16. As laminas de divisão tem qualidade baixa	1
Colaborador 4	17. O Masterbach tem muito dióxido de titânio	1
Colaborador 4	18. O Masterbach tem muita impureza reciclável	0
Colaborador 4	19. A temperatura ambiente varia muito	1
Colaborador 4	20. Os cilindros de estiramento não estão tencionando o fio	1
Colaborador 5	21. Os eixos dos bobinadores estão tortos	0
Colaborador 5	22. Muita demora no lançamento da extrusora	3
Colaborador 5	23. Muito vento no balão da extrusora	0
Colaborador 5	24. Fórmula da extrusão não é uniforme	0
Colaborador 5	25. Filtro da extrusora é muito aberto	1

Tabela 9: Resultado do Brainstorming de priorização dos problemas.

Fonte: AUTOR, 2008.

Realizou-se a avaliação dos problemas listados na tabela 9, e identifica-se pelo número de pontos a priorização dos problemas e os pontos críticos de controle dos processos.

4.3 Identificação dos pontos críticos de controle

Ponto de controle é qualquer ponto, operação, procedimento ou etapa do processo de fabricação ou preparação do produto que permite controle. Ainda, define ponto de controle crítico (PCC) como qualquer ponto, operação, procedimento ou etapa do processo de fabricação ou preparação do produto, onde se aplicam medidas preventivas de controle sobre um ou mais fatores, com o objetivo de prevenir, reduzir a limites aceitáveis ou eliminar os pontos críticos.

Com a análise da Tabela 9, pode-se apontar pela sua pontuação os pontos críticos de controle do processo, figura 31:

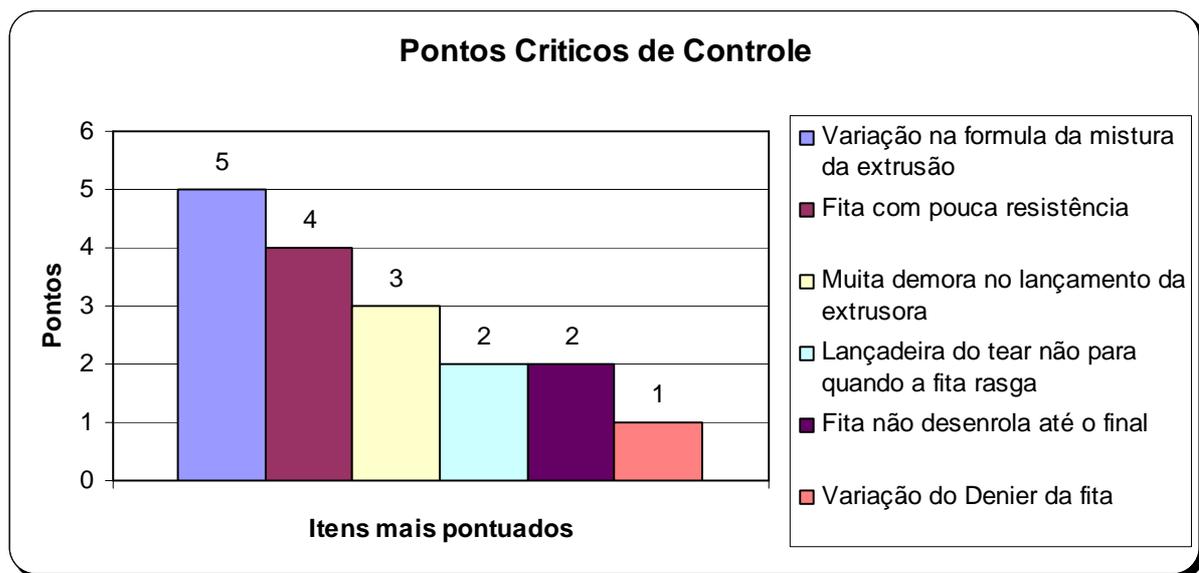


FIGURA 31: Gráfico do Mapeamento dos Pontos Críticos de Controle.

Fonte: AUTOR, 2008.

Com os pontos críticos de controle identificados (figura 31), verifica-se o motivo pelo qual eles foram considerados pontos críticos de controle:

1. A variação na fórmula da mistura da extrusão foi considerada a mais importante, pois ela define a composição do produto, a fita de trama e fita de urdume. O acréscimo ou a

redução de um dos componentes da fórmula pode influenciar diretamente nos demais itens de controle e principalmente no aumento do resíduo e nos custos.

2. A resistência da fita está diretamente relacionada a qualidade do produto final e também na geração de resíduos, pois a fita sem resistência resulta em rupturas no processo de tecelagem causando resíduos e perda na produção devido a parada do tear para amarração da fita rompida e novo lançamento do tear. A resistência da fita é definida pela formulação inicial, mesa de orientação e pelos cilindros tensores.

3. A demora no lançamento da extrusora é grande responsável pela geração de resíduos, pois quanto maior o tempo de lançamento, maior o resíduo resultante do processo. Também está relacionada a equipe operacional de extrusão, a padronização do método de lançamento e o treinamento é fundamental.

4. A lançadeira do tear é a condutora da fita de trama no processo de tecelagem do tecido. Um espelho refletivo está fixo na lançadeira, um sensor está fixo no painel do tear o qual fica identificando o espelho na lançadeira, quando a fita sofre ruptura, o arco da lançadeira se afasta e o sensor não identifica o espelho e necessariamente o tear deverá ser desarmado. O fato do tear não parar, devido a não identificação do espelho pelo sensor resultará em falhas no tecido gerando resíduo no setor de corte e costura.

5. Ao final do processo de extrusão a fita é enrolada em tubetes na bobinadeira, quando a bobinadeira tem seu eixo fora do centro, o enrolamento da fita é irregular e quando é utilizada no tear ocorre ruptura ao se desenrolar e será substituída por outro tubete de fita e após será inutilizado como resíduo.

6. A variação do denier da fita é o fator fundamental na variação da gramatura, como o denier é o peso específico de 10 metros de fita e, a gramatura é definida por um metro quadrado de tecido, quanto maior o denier da fita maior o peso de 1 metro quadrado de tecido.

Com a aplicação da metodologia do Grupo GAV de gerenciamento dos processos definimos a missão e a visão da empresa, sua estrutura com o novo organograma dos maro-processos e suas equipes, identifica-se clientes e fornecedores com o cumprimento de especificações e requisitos, analisa-se e defini-se o mapa dos processos e produtos envolvidos, realiza-se o mapeamento dos resíduos gerados no segundo semestre de 2007 e compara-se com os resíduos do primeiro semestre de 2008, avalia-se e prioriza-se os problemas através de uma pesquisa com um grupo de colaboradores e identifica-se os pontos críticos de controle.

A seguir iremos padronizar e otimizar os processos, visando reduzir os resíduos e e os custos de produção com a coleta de amostras da fórmula de extrusão, variando percentuais de matéria-prima virgem e material reciclado reutilizado do processo e realizar ensaios no laboratório de análises da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC e identificar a fórmula com a melhor qualidade da fita e o menor custo e com isso padronizar a fórmula de extrusão.

4.4 Padronizar e otimizar o processo de extrusão de rafia, visando reduzir os resíduos dos processos e os custos de produção

Para padronizar e otimizar o processo de extrusão de rafia e reduzir os resíduos e os custos de produção a pesquisa foi direcionada na fórmula de extrusão e, foram coletadas 04 amostras no período de outubro a novembro de 2008 para realização de ensaios em laboratório.

4.4.1 Testes de Qualidade

O objetivo do ensaio é identificar alguns pontos críticos do processo. O instrumento utilizado a máquina de ensaios de tração modelo Emic DL 10000 versão 3.05 figura 32. O corpo de prova a ser testado segundo ASTM 882. Suas medidas apresentam 5cm de largura e 10cm de comprimento. A amostra é presa a uma garra inferior e outra superior e é submetido a uma velocidade de 50mm/min.



Figura 32: Máquina de ensaios de tração modelo Emic DL 10000 versão 3.05

Fonte: <http://www.emic.com.br/produtos>

O ensaio analisa os seguintes itens de controle: Força Máxima, Tensão de força Máxima, Deformação Específica de Ruptura, Módulo de Elasticidade, Força de Ruptura, Tensão de Ruptura, Deformação Específica pela Força Máxima.

Foram testadas diversas composições de matéria prima na formulação e variou-se a quantidade de material reciclado no processo. A seguir apresentamos quatro amostras e seus respectivos ensaios que foram realizados no mês de novembro de 2008 no laboratório da UNISC em Santa Cruz do Sul:

4.4.1.1 Primeiro Ensaio

Para o primeiro ensaio foi coletada uma amostra da fórmula atual identificada como amostra 01 na tabela 10.

Amostra 01							
	Polipropileno	Pigmento Master	Auxiliar Fluxo	Polietileno	Reprocesso	Total	Custo
Trama	98,55%	0,79%	0,66%	0,00%	0,00%	100,00%	R\$ 4,86
Urdume	98,00%	1,10%	0,00%	0,39%	0,51%	100,00%	R\$ 4,83

Tabela 10: Fórmula da trama e do urdume da Amostra 01

Fonte: AUTOR, 2008.

Nesta amostra, o material reprocessado no urdume apresenta uma redução no custo da fórmula do urdume em relação a trama. O cálculo do custo está representado no anexo 04. Neste caso as aparas de urdume são reaproveitadas no processo e as aparas da trama são destinadas ao resíduo.

Para a amostra 02 acrescentamos todo o material reprocessado na trama e também no urdume para verificar uma possível redução no custo e eliminar o acúmulo de resíduo no processo identificada na tabela 11 como Amostra 02.

Amostra 02							
	Polipropileno	Pigmento Master	Auxiliar Fluxo	Poliétileno	Reprocesso	Total	Custo
Trama	97,24%	0,79%	0,66%	0,00%	1,31%	100,00%	R\$ 4,7965
Urdume	95,39%	1,09%	0,00%	0,39%	3,13%	100,00%	R\$ 4,7039

Tabela 11: Fórmula da trama e do urdume da Amostra 02

Fonte: Autor, 2008.

Na amostra 02 utilizamos todo o resíduo de aparas do processo de extrusão com o objetivo de eliminar os resíduos do processo e testar a sua viabilidade no produto através dos ensaios no laboratório apresentado no anexo 06. Segundo o cálculo do custo apresentado no anexo 05, obteríamos uma redução de 2% com este reaproveitamento.

A fórmula da Trama da amostra 01 identificada no relatório de ensaio do gráfico do anexo 6 como CP1 apresenta sua composição normal utilizada até o início das pesquisas assim como a fórmula do Urdume identificada como CP2, também apresenta sua composição normal com reaproveitamento de 0,50% de sua própria apara do fio de ponta processado pelo picador e direcionada ao misturador ao início do processo.

Na amostra 02, identificada no relatório de ensaio do anexo 6 como CP3, CP4 e CP5, foi modificada a formulação de acordo com a tabela 13, ou seja, na fórmula da trama, representada por CP3 e CP5, retirou-se 02 quilos de Polipropileno e foi acrescentado 02 quilos de material reprocessado e na fórmula do urdume, representada por CP4, foi retirado 03 quilos de polipropileno e foi acrescentado 04 quilos de material reprocessado.

Analisando o gráfico do relatório no anexo 6, observamos que o corpo de prova da trama CP1 rompeu-se ao atingir uma força de 7,13 kgf a uma deformação específica de ruptura de 5,83% e módulo de elasticidade de 90,38 kgf/mm². Já o corpo de prova do urdume CP2, teve um comportamento diferente alcançando uma força máxima de 11,74 kgf, deformando-se entre 9 e 12kgf mas não se rompeu, chegando ao fim do curso de deformação e apresentou módulo de elasticidade de 63,80 kgf/mm².

Os corpos de prova CP3, CP4 e CP5 com a nova composição apresentaram rupturas imediatas. O corpo de prova CP3 e CP5 identificados como amostra de trama, romperam-se a uma força de 7,67 kgf e 7,68kgf, deformando-se a apenas 5,12% e 5,22% e modulo de elasticidade 101,14 kgf/mm² e 113,63 respectivamente. O corpo CP4 da amostra de urdume apresentou ruptura de 7,08 kgf, deformando-se a 4,88% e módulo de elasticidade de 113,15 kgf/mm².

Pelo comportamento apresentado pelos corpos de prova da nova formulação, deduzimos que a tentativa de incluir na formulação 02 quilos de material reprocessado na trama e 3,5 quilos no urdume ocasionou no aumento da cristalinidade da composição reduzindo a elasticidade e facilitando a ruptura do material, o que poderia resultar em um aumento de ruptura no produto final.

4.4.1.2 Segundo Ensaio

Ao concluir a análise da amostra 02 comparada a amostra 01, procederemos a análise da amostra 03 identificada na tabela 12.

Amostra 03							
	Polipropileno	Pigmento Master	Auxiliar Fluxo	Polietileno	Reciclado*	Total	Custo
Trama	97,24%	0,79%	0,99%	0,00%	0,99%	100,00%	4,822
Urdume	95,39%	1,09%	0,78%	0,39%	2,35%	100,00%	4,765

Tabela 12: Fórmula da trama e do urdume da Amostra 03

Fonte: AUTOR, 2008.

Para estas amostras incluímos 0,5kg de auxiliar de fluxo na trama e retiramos 0,5kg de material reprocessado e no urdume incluímos 1,0kg de auxiliar de fluxo e retiramos 1,0kg de material reprocessado para verificar um aumento na elasticidade da amostra e diminuir a cristalinidade e proporcionar uma prolongação na ruptura do material. Segundo o cálculo do custo apresentado no anexo 07, obteríamos uma redução de 1,07% com este reaproveitamento em relação a fórmula original.

No ensaio 02, a fórmula da trama da amostra 03, está identificada no relatório de ensaio do anexo 9 como CP1, CP2, CP3 e CP4 e, a fórmula do urdume da amostra 03, está identificada como CP5, CP6 e CP7.

Analisando o gráfico do relatório no anexo 9, observamos que o corpo de prova da trama CP1 rompeu-se ao atingir uma força de 7,13 kgf a uma deformação específica de ruptura de 5,83% e módulo de elasticidade de 90,38 kgf/mm² na velocidade 50mm/min padrão da ASTM 882. Como a ruptura foi precoce, diminuiu-se a velocidade de 50mm/min para 12,5 mm/min para o teste de CP2. O corpo não se rompeu e apresentou uma força de 7,69kgf e módulo de elasticidade 105,63kgf/mm². Retornou-se para a velocidade de 50mm/min e o corpo CP3 também não se rompeu, mas apresentou uma força de 11,74kgf e módulo de elasticidade de 63,80kgf/mm². Então, para o teste de CP4 aumentou-se a velocidade para 500mm/min e o corpo rompeu-se a 3,72% de deformação, mas apresentou força de 9,57kgf e módulo de elasticidade de 112,16kgf/mm² demonstrando ser uma velocidade muito alta. Com isso, não se pode concluir nada a respeito da amostra 03 de trama.

A formulação do urdume da amostra 03, representada pelos corpos CP5,CP6 e CP7, manteve-se a velocidade de 50mm/min para os tres corpos e ambos apresentaram rupturas respectivamente em 7,67kgf, 7,08kgf, 7,68kgf de força demonstrando pouca elasticidade e cristalinidade alta.

4.4.1.3 Terceiro Ensaio

Ao concluir a análise da amostra 03 comparada a amostra 02, procederemos a análise da amostra 04 identificada na tabela 13.

Amostra 04							
	Polipropileno	Pigmento Master	Auxiliar Fluxo	Polietileno	Reciclado*	Total	Custo
Trama	97,24%	0,79%	0,99%	0,00%	0,99%	100,00%	R\$ 4,8249
Urdume	95,16%	1,10%	0,79%	0,59%	2,36%	100,00%	R\$ 4,7699

Tabela 13: Fórmula da trama e do urdume da Amostra 04

Fonte: AUTOR, 2008.

Para estas amostras foi retirado 0,5kg de polipropileno e acrescentado 0,5kg de masterbach e no urdume incluímos 0,75kg de polietileno e retiramos 1,0kg de polipropileno para verificar um aumento na elasticidade da amostra e a resistência e proporcionar uma prolongação na ruptura do material. Segundo o cálculo do custo apresentado no anexo 08, obteríamos uma redução de 0,99% com este reaproveitamento em relação a fórmula original.

No ensaio 03, a fórmula da trama da amostra 04, está identificada no relatório de ensaio do anexo 10 como CP1, CP2 e CP3, a fórmula do urdume da amostra 04, está identificada como CP4, CP5 e CP6.

Analisando o gráfico do relatório do anexo 10, observamos que o corpo de prova da trama CP1 rompeu-se ao atingir uma força de 12,82kgf e uma deformação específica de ruptura de 654,29% e módulo de elasticidade de 55,28 kgf/mm², onde a ruptura ocorreu junto a garra. Já CP2 e CP3 tiveram um comportamento semelhante, romperam-se a uma força de 10,63kgf e 10,29kgf e, deformação específica de ruptura de 192,55% e 194,00% e, módulo de elasticidade 108,50kgf/mm² e 103,40kgf/mm² respectivamente na velocidade 50mm/min padrão da ASTM 882.

A formulação do urdume da amostra 04, representada pelos corpos CP4, CP5 e CP6, mostrou-se uniforme com os corpos CP5 e CP6 com 11,50kgf e 9,48kgf de força, 528,24% e 553,17% de deformação específica de ruptura e, 112,57 kgf/mm² e 60,69kgf/mm² de módulo de elasticidade respectivamente, porém CP4 apresentou 6,06% de deformação específica,

embora tenha resultado em 9,29kgf de força e 108,54 de módulo de elasticidade descaracterizando-se de CP5 e CP6.

Após concluir os ensaios realizados nas amostras coletadas, podemos analisar os indicadores de desempenho através da evolução dos resultados e comparar os custos alcançados com a fórmula que apresentou melhor índice de qualidade.

4.5 Identificar e analisar indicadores de desempenho de resultados

No primeiro ensaio foi apresentada a fórmula utilizada até o momento, onde usualmente utiliza-se 0,65 kg de material reprocessado, apenas na formulação do urdume. Para iniciar o teste de comparação a amostra 02 apresenta um acréscimo de 2 kg de reprocesso na trama e 4kg no urdume. Conforme tabela 14, embora consumisse 3.279,21kg de materia prima reprocessada ao mes e o custo diminuiria em R\$ 0,0635 p/kg e no custo mensal representa R\$ 3.807,75 na formulação da trama e, de R\$ 0,1265 p/kg e no custo mensal representa R\$ 7.589,90 na formula do urdume, onde ao somar o custo mensal da trama e do urdume somaria R\$ 11.397,65. Mas através do ensaio verificou-se que não é viável este acréscimo neste percentual devido ao alto índice de ruptura das amostras.

CUSTO DE FORMULAÇÃO DA EXTRUSÃO					
Tipo de Material	Formula	Reprocesso	Reprocesso	Custo p/kg	Custo Mensal
		fio Ponta kg	Acum. Mês kg		
Formula Extrusora Trama	Formula 01	0	0	R\$ 4,8600	R\$ 291.597,24
Formula Extrusora Urdume	Formula 01	0,65	425,01	R\$ 4,8304	R\$ 289.823,99
Formula Extrusora Trama	Formula 02	2	1095,93	R\$ 4,7965	R\$ 287.789,49
Formula Extrusora Urdume	Formula 02	4	2608,29	R\$ 4,7039	R\$ 282.234,09
Formula Extrusora Trama	Formula 03	1,5	821,94	R\$ 4,8222	R\$ 289.330,88
Formula Extrusora Urdume	Formula 03	3	1956,22	R\$ 4,7650	R\$ 285.902,58
Formula Extrusora Trama	Formula 04	1,5	823,03	R\$ 4,8249	R\$ 289.492,60
Formula Extrusora Urdume	Formula 04	3	1967,75	R\$ 4,7699	R\$ 286.194,81

Tabela 14: Resumo do Custo da Fórmula

Fonte: AUTOR, 2009.

Como o percentual acrescido na amostra 02 não foi viável analisamos a amostra 03. Comparando-a com a amostra 02, foi acrescido 0,50kg de auxiliar de fluxo e retirado 0,50kg

de reprocesso na trama e 1,00kg de acréscimo de auxiliar de fluxo e retirado 1,00kg de reprocesso no urdume. Comparando com a fórmula inicial, a amostra 01, temos uma redução de R\$ 0,0378 p/kg e no custo mensal R\$ 2.266,36 no mes na trama e R\$ 0,0654 e no custo mensal representa R\$ 3.921,41, somando o acumulado da trama e do urdume teremos uma economia de R\$ 6.187,77 e 2.353,15 kg de materia prima reprocessada. Embora seus resultados tenham sido um pouco melhores que a amostra 02, ainda apresenta rupturas nos ensaios, não podendo ser considerada.

Na amostra 04, foi retirado 0,50kg de polipropileno e acrescido 0,30kg de masterbatch na fórmula da trama em relação a amostra 03, e no urdume 1,00kg de polipropileno e 0,25kg de polietileno. Em relação a amostra original, amostra 01, obteve-se R\$ 0,0351 de redução ao custo do kg na trama e de R\$ 0,0605 no kg do urdume. No custo acumulado mensal R\$ 2.104,64 na trama e R\$ 3.629,18, somando ambos acumula-se R\$ 5.733,82 e em material reprocessado acumula 2.365,77kg. Como o resultado do ensaio da amostra 04 foi superior ao ensaio da amostra original, amostra 01, conforme apresentado no anexo 5 e anexo 3 respectivamente. Podemos sugerir a amostra 04, dentre as amostras coletadas, como fórmula padrão a ser utilizada no processo de extrusão a indústria de rafia x.

Além da economia apresentada de R\$ 5.733,82 ao mês, ainda há o uso de 2.365,77kg de resíduo que será reprocessado e reutilizado na produção deixando de ser destinada ao lixo, evitando o acúmulo e a saturação do meio ambiente, tornando a empresa adequada a política de meio ambiente e preservação da natureza.

Com a avaliação dos resultados (anexo 1 e anexo 3), verificou-se que a evolução da geração dos resultados, apresentados na figura 33, foi considerável, onde os resultados do ano de 2008 foram reduzidos sensivelmente comparados a 2007.

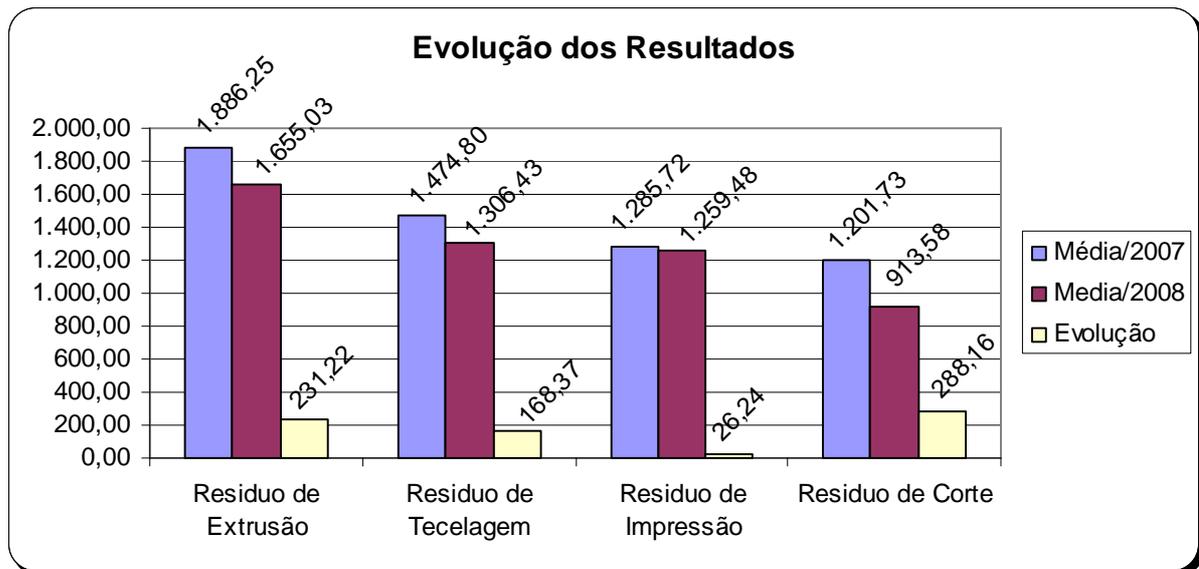


FIGURA 33: Gráfico dos Indicadores da Evolução dos Resultados.

Fonte: AUTOR, 2009.

Pela análise do gráfico da Figura 33 e pelos dados apresentados no anexo 11, observou-se que se obteve evolução em todos os setores. O resíduo de extrusão teve uma redução de 14%, em relação ao segundo semestre de 2007, o resíduo de tecelagem reduziu em 12,9%, o resíduo de impressão reduziu em 2,1% e o resíduo de corte reduziu em 31,5%. Na diferença entre o segundo semestre de 2007 e o primeiro semestre de 2008, a redução foi de 13,9%.

Com a conclusão dos ensaios e a identificação da amostra 04 com o melhor índice de qualidade podemos verificar que restará resíduos de fita não reaproveitados no processo. Assim buscamos uma alternativa para não deixar este material ser coletado ao lixo ou jogado no meio ambiente causando poluição. Pesquisamos no sindicato das indústrias empresas de reciclagem de plásticos e formamos parcerias para o reprocesso deste material que com isso foi destinado à fabricação de tambores e galões de plástico, brinquedos e também ao setor automobilístico na fabricação de peças. Além disso, podemos verificar na figura 28 que resultam do processo de impressão, borra de tintas e solventes. Para este subproduto, encontramos também uma indústria química que reprocessa o produto e o mesmo retorna puro para ser consumido novamente no processo.

4.6 A cadeia produtiva e remanufatura nos processos de industrialização do resíduo

O resíduo sempre representa perda de matérias-primas ou energia já consumidas pela indústria, além de custo no manuseio e na sua disposição final. A otimização no uso de materiais resulta em economia no custo e aumento na produtividade. Maior quantidade de produto é produzida a partir da mesma quantidade de material inicial, quando não há desperdício de recursos, ocorre reflexo, resultando em vantagem competitiva para a empresa no mercado.

Com isso, foram buscadas empresas parceiras nos devidos segmentos com base nos resíduos gerados pela indústria de rafia. Através de uma pesquisa na federação das indústrias foram fechados contratos com uma empresa de remanufatura para o reprocesso dos resíduos de tintas e solventes e outro para o reprocesso dos resíduos de fitas e tecidos falhados os quais são destinados a segmentos que utilizam matéria prima reciclada, como por exemplo, a indústria automobilística e de brinquedos.

Isto manifesta a visão de manufatura sustentável identificado na figura 34, onde a empresa parceira mantém sua atividade em prol do reprocesso do resíduo gerado pela outra. Além de levantar sua intenção ambiental, pois seria relevante o impacto ambiental destes resíduos com sua exposição, principalmente pelo tempo de decomposição do plástico superior a 100 anos, além disso, ainda há a contaminação do meio ambiente pelas tintas e solventes.

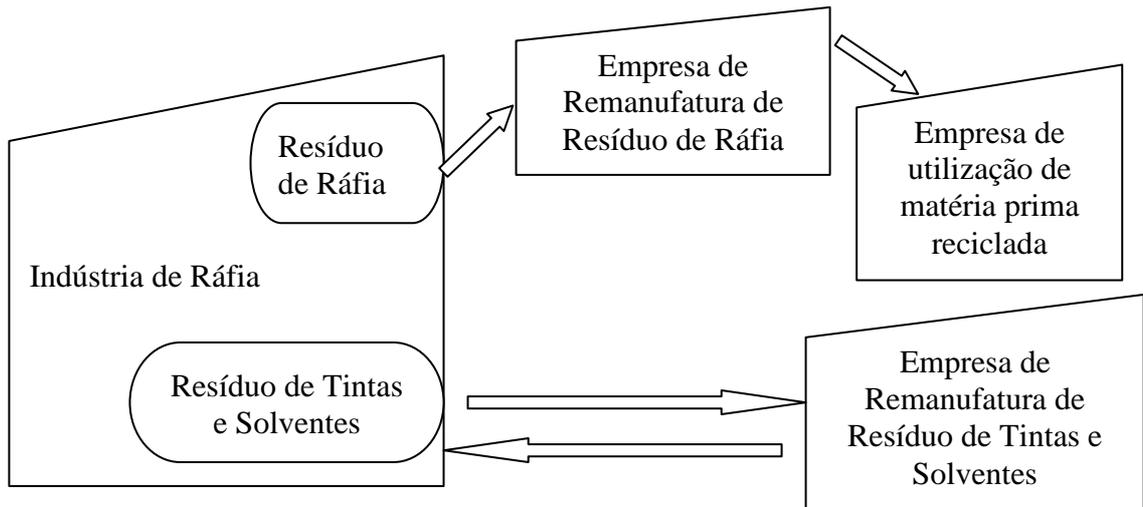


Figura 34: Programa de Apoio na Cadeia Produtiva de Remanufatura

Fonte: Autor, 2009.

Os resíduos são classificados e vendidos de acordo com o seu padrão e vendidos também a um preço cerca de 70% inferior ao preço normal. Já os resíduos de tintas e solventes são coletados em tambores e enviados para indústrias parceiras da cadeia produtiva ao reprocesso para posterior retorno a indústria para uso como insumos de limpeza.

Portanto, é relevante o exposto na missão da empresa quando coloca que busca parceria com fornecedores e clientes, pois se mostrou parceira através da remanufatura do seu resíduo de tintas e solventes, buscando tecnologias limpas e com isso ainda poder reutilizar a mesma matéria-prima, além de primar pela proteção ambiental ao não expor resíduos tóxicos ao meio ambiente.

Podemos verificar que com o início das atividades de mapeamento e controle dos processos e os resultados encontrados, devemos buscar a padronização das atividades e buscar a melhoria continua dos processos. No próximo capítulo vamos propor a implantação de um programa de controle de qualidade a ser realizado pela equipe de controle de qualidade já especificada no capítulo 4.2 figura 25.

4.7 Proposta de implantação de um programa de controle de qualidade e treinamento

Com a definição de um novo setor no organograma da indústria, onde esta equipe se torna a responsável pela implantação e manutenção do programa de controle de qualidade. O novo setor denominado controle de qualidade e treinamento foi dividido em duas equipes: uma equipe para atuar no controle de qualidade dos processos e outra para atuar na avaliação dos processos e treinamento do pessoal.

Para um melhor entendimento do novo setor, elaborou-se um organograma (figura 35) para descrever os seus processos.

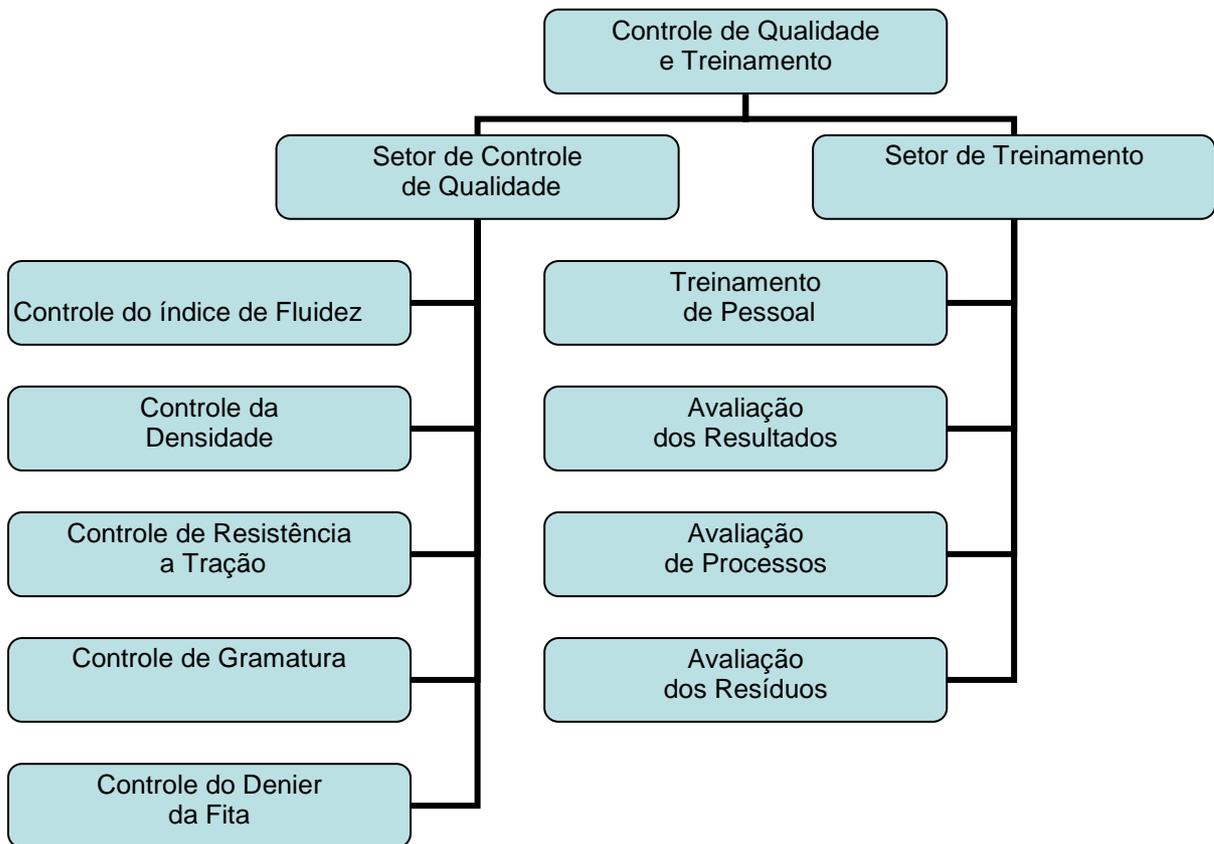


Figura 35: Proposta de um organograma do setor de controle de qualidade e treinamento

Fonte: AUTOR, 2009.

Com a instalação do programa de controle de qualidade, pode-se evoluir nos trabalhos de otimização atuando em melhoria nos processos da empresa, através da análise dos resultados de cada item de controle definidos para este setor.

Com o início dos trabalhos do novo setor foi realizado um plano de ação com foco na qualidade. Para esta atividade foi utilizada a ferramenta 5W1H, tabela 15, para padronização e execução das tarefas.

O QUE	QUEM	ONDE	QUANDO	POR QUE	COMO
Realizar o controle do índice de fluidez da mistura	Setor de controle de qualidade	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para manter o índice de padrão	Com o instrumento de controle do índice de fluidez
Realizar o controle da densidade da fita	Setor de controle de qualidade	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para manter o padrão da densidade da fita	Com o instrumento de controle da densidade
Realizar o controle da Resistência a Tração	Setor de controle de qualidade	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para manter o padrão de Controle de Resistência a Tração	Com o instrumento de controle de Resistência a Tração
Realizar o controle da Gramatura	Setor de controle de qualidade	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para manter o padrão de Controle da gramatura da fita	Com o instrumento de controle de gramatura
Realizar o controle do denier da fita	Setor de controle de qualidade	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para manter o padrão de Controle do denier da fita	Com o instrumento de controle do denier da fita

Tabela 15: Plano de ação do setor de controle de qualidade

Fonte: AUTOR, 2009.

Para o setor de treinamento foi estabelecido um novo plano de ação, tabela 16.

O QUE	QUEM	ONDE	QUANDO	POR QUE	COMO
Realizar o Treinamento de Pessoal	Setor de controle de treinamento	Setor de extrusão de ráfia	Semanal	Para manter o padrão técnico do pessoal	Com treinamento na sala de reuniões
Realizar a avaliação dos resultados	Setor de controle de treinamento	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para comparar os resultados com as metas estabelecidas	Coletando os resultados da produção
Realizar a avaliação dos processos	Setor de controle de treinamento	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para comparar os processos com os padrões estabelecidos	Monitorando os processos através dos resultados da produção
Realizar a avaliação dos resíduos	Setor de controle de treinamento	Setor de extrusão de ráfia	Diário	Para verificar os índices de resíduos da produção	Coletando os resultados dos resíduos da produção

Tabela 16: Plano de ação do setor de treinamento

Fonte: AUTOR, 2009.

Desta forma estão estabelecidas as ações do novo setor com suas atividades. Sobre os problemas listados no item 4.2.2.3, em uma nova reunião com a mesma equipe, cada operador sugeriu as seguintes idéias de melhoria:

A. Variação na fórmula da mistura da extrusão:

- Estabelecer uma fórmula padrão;

- Usar recipientes com medida padrão;
- Comprar matéria prima com laudo técnico de padrão de qualidade;
- Avaliar diariamente os resultados das planilhas de controle de qualidade da fita;

B. Fita com pouca resistência:

- Fazer os testes de resistência com frequência;
- Verificar a fórmula da extrusão;

C. Os cilindros de estiramento não estão tencionando o fio:

- Definir um padrão de tensão no estiramento através de ensaios;
- Manter o padrão definido;

D. Muita demora no lançamento da extrusora:

- Treinamento da equipe de extrusão;
- Padronizar o processo de lançamento;
- Acompanhar a geração de resíduos de lançamento;

E. O Masterbach tem muito dióxido de titânio:

- Solicitar ao fornecedor a redução da quantidade de dióxido de titânio na fórmula;
- Verificar a compra de lâminas de melhor durabilidade;

Para o setor de extrusão foi definido um fluxograma padrão, figura 36 para o processo de extrusão. Esta padronização tem como objetivo a definição das ações a serem seguidas durante a operação do processo e uma facilitação do controle de qualidade. Para cada item a ser avaliado, serão coletadas amostras nos pontos específicos e somente chega como produto final, o material inspecionado e controlado.

Extrusão

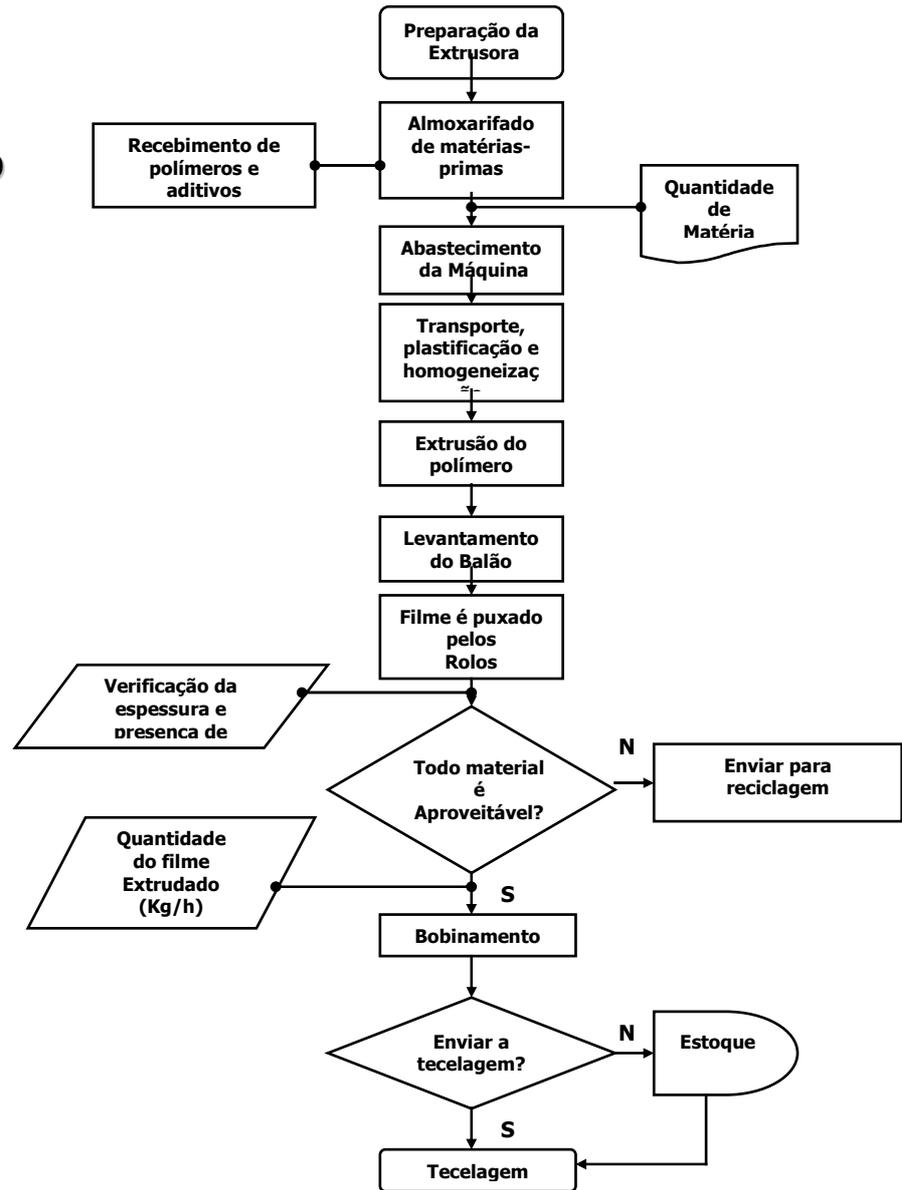


Figura 36: Definição do fluxograma do processo de extrusão

Fonte: AUTOR, 2009.

Com a definição por etapas, é realizada uma avaliação de controle, se “sim”, segue no processo, se “não”, é destinada a outra etapa e retirada do processo. Isso permitirá que ao final não acumule os resíduos junto com o material de boa qualidade. Além de possibilitar também a coleta de amostras pelos devidos setores de controle de qualidade em cada fase específica do processo de extrusão.

Em uma nova avaliação da equipe de controle de qualidade, realizou-se uma análise das possíveis variáveis que geram causas dos problemas de geração de resíduos no processo de extrusão. Para esta avaliação utilizou-se da ferramenta Diagrama de Causa e Efeito figura 37, para exemplificar os temas apontados pelo grupo.

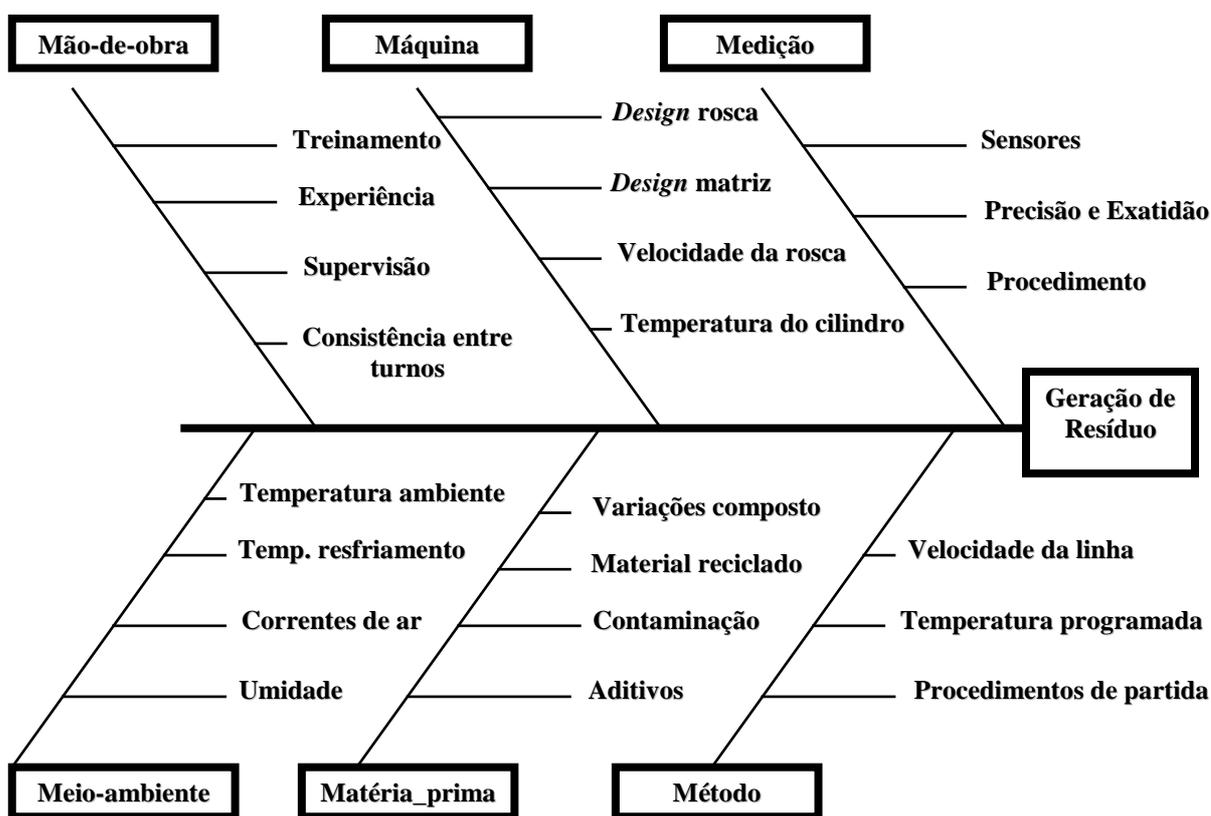


Figura 37: Diagrama de causa e efeito do estudo do processo de extrusão na geração de resíduos.

Fonte: AUTOR, 2009.

Com este estudo conseguiu-se destacar as principais variáveis envolvidas no processo de extrusão, onde obtemos uma base para o aprofundamento dos trabalhos de controle de qualidade, bem como na minimização dos resíduos decorrentes do processo de extrusão na indústria de rafia.

Concluimos a nossa proposta de implantação de um programa de controle de qualidade e treinamento, onde ressaltamos um organograma e as devidas funções, definimos planos de ações para as atividades e idéias de melhoria. Estabelecemos um fluxograma para o processo

de extrusão permitindo um melhor controle do processo e indicando a tomada decisão nos pontos críticos de controle. Identificamos as variáveis do processo de extrusão e geração do resíduo pelo diagrama de causa e efeito possibilitando assim atuar diretamente no problema.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar um mapeamento de processos da empresa Ráfia Embalagens de forma a padronizar e otimizar os processos de produção de embalagens de rafia para reduzir os resíduos e os custos dos processos e propor uma implantação de um programa de controle de qualidade na indústria de rafia.

Através da revisão da literatura foi apresentado um estudo sobre o contexto do plástico no Brasil, destacando os conceitos de polímeros e seus insumos, bem como suas propriedades e características para o uso no processo de extrusão de rafia. Além disso, testes de controle de qualidade e de reciclabilidade dos plásticos e manufatura sustentável foram pesquisados, e ainda analisamos metodologias de gerenciamento de processos dentre as quais mencionamos a metodologia da IBM citada por Pinto, a metodologia de aperfeiçoamento de processos empresariais (APE) de Harrington e a metodologia do grupo de análise de valor (GAV) da Universidade Federal de Santa Catarina, onde esta última foi utilizada para aplicação ao estudo. Mas também devido ao tema de análise e solução de problemas e programa de qualidade, foram estudados o método de análise de solução de problemas – MASP e as ferramentas de controle de qualidade.

Para desenvolvermos este trabalho foi inicialmente realizada uma análise da situação anterior a este estudo, pela qual foi constatada que a indústria de rafia estudada apresentava uma maneira totalmente informal em seus processos, não havia controle de produção e de processos, e não se tinha controle de quanto era gerado de resíduos no processo. O próximo passo foi entender o funcionamento da estrutura operacional e dos processos e seus insumos.

Com isso, deu-se início ao trabalho através da aplicação da metodologia de gerenciamento de processos do Grupo GAV. Foi descrita a missão e a visão da empresa, sendo também definidas as equipes e proposta da nova estrutura da indústria com um novo organograma dos macro-processos, onde foram mapeados os principais processos. Através da implementação de diversas planilhas de controle foi possível identificar as causas de formação de resíduos e falhas do processo.

Os resultados encontrados foram expressivos, principalmente na geração de resíduos, no qual se destaca o segundo semestre de 2007 onde o resíduo acumulado foi de 35.091,03 kg. Para reduzir este resíduo verificou-se a possibilidade de acrescentar o resíduo no processo para reaproveitamento. A partir de amostras com percentuais diferentes de matéria-prima e resíduo foram realizados testes no laboratório de análises da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Com base nos testes a formulação da amostra 04 foi a que apresentou melhores índices de qualidade. Com relação ao custo da fórmula, obteve-se somando o acumulado da trama e do urdume uma economia de R\$ 5.733,82 ao mês e um reaproveitamento de 2.365,77 de resíduo reprocessado. Com estes resultados foi alcançado no primeiro semestre de 2008 o acumulado de resíduo de 30.807,13kg, uma diferença em relação ao segundo semestre de 2007 de 4.283,90kg. Destes foram reprocessados na extrusão 2.365,77 kg, sendo 1.918,13 kg resultado da melhora nos índices de qualidade. Em geral a diminuição do resíduo foi de 13,97% da indústria.

Para o resíduo que não foi reprocessado, buscaram-se indústrias de remanufatura para industrializar o resíduo: o resíduo de rafia foi destinado às indústrias de reciclagem e depois foram comercializados para indústrias de tambores, galões e automóveis. Já os resíduos de tintas e solventes foram destinados à indústria química para reprocesso e posterior retorno para reuso no setor de impressão como insumo para limpeza dos materiais.

Por fim foi apresentada uma proposta de implantação de um programa de controle de qualidade, onde propõem-se um organograma para o setor, estabelecendo planos de ação, incluindo idéias de melhoria, sendo também definido um fluxograma para a padronização do processo de extrusão e uma análise das variáveis da geração de resíduos através do diagrama de causa e efeito.

Cabe ainda ressaltar outro resultado importante do trabalho, que foi a realização de um artigo selecionado no ENEGEP 2008, onde foi apresentado o tema “OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE RÁFIA: COM ENFOQUE NO MAPEAMENTO DOS PROCESSOS E NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS”.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se, a análise de mais variáveis em cada etapa do processo, como temperatura ambiente, temperatura das roscas, temperatura da mesa de orientação, entre outras variáveis a serem definidas que podem ser identificadas. Sugere-se também a implantação da garantia de melhoria dos processos.

Há ainda a questão do resíduo que não foi possível acrescentar no processo. A aquisição de um novo picador poderá ser a forma de reaproveitar 100% do resíduo gerado pela indústria.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST - Plástico terá empresa-modelo e central para a consolidação - Guilherme Arruda

DCI - Diário Comércio e Indústria. Disponível em:

<<http://www.abiplast.org.br/index.php?page=noticia&news=196>> Acessado em 2008.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química – Resinas Termoplásticas.

Disponível em:<http://www.abiquim.org.br/resinastermoplasticas/estatisticas_33.asp>

Acessado em 2009.

ASSIS 2006 - CEFET RS – Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas: Unidade de Ensino Descentralizada de Sapucaia do Sul - Grupo de Pesquisa em Caracterização e Processamento de Polímeros. Professor Assis – Extrusão. Disponível em:

<<http://labinfo.cefetrs.edu.br/professores/assis/extrus%e3o%20t%e9cnico%20m%f3dulo%203/extrus%e3o.pdf>> Acessado em: Outubro 2007.

American Society for Testing and Materials, Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, D 882-91, ASTM (1996).

BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial. São Paulo: Sairaiiva, 2004.

CALLISTER Jr., W.D.; Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 7 ed. Rio de Janeiro, BRASIL: LTC, 2008.

CAMPOS, V. F. TQC: Controle da qualidade total. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

FEIGENBAUM, Armand V. – Controle da Qualidade Total, v. 4; Tradução Regina Cláudia Loverri, São Paulo: Makron Books, 1994.

FORLIN, F.J.; FARIA, J.A.F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 12, p. 1-10, 2002.

HARRINGTON, H. James. Aperfeiçoando Processos Empresariais: Estratégia Revolucionária para o Aperfeiçoamento da Qualidade, da Produtividade e da Competitividade. São Paulo: MAKRON Books, 1993.

Instituto Euvaldo Lodi. O futuro da indústria de transformados plásticos: embalagens plásticas para alimentos, Série Política Industrial, 6 – MDIC/STI: IEL/NC, 2005.

JURAN, J. M. Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos. Traduzido por João Mário Csillag. 3ª ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1995.

MACHADO, J. C. V., Reologia e escoamento de fluido do petróleo. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002.

MANRICH, Silvio – Processamento de Termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes – São Paulo: Artliber Editora, 2005.

MONTEIRO, José G. Gerenciamento de Processos Empresariais: Interface Direta com o Setor Produtivo. Florianópolis: UFSC, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

NIELSEN, J. Ten Usability Heuristics. Disponível em: <http://www.useit.com/papers/heuristic-list.html>. Acesso em: 27 de nov. 2009.

PINTO, Jane Lúcia G. C. Gerenciamento de Indústria de Móveis. Florianópolis: UFSC, 1993.

RABELLO, Marcelo Silveira. Aditivos de Polímeros – São Paulo: Editora Artliber 2000.

RASHEED, A.; SARKIS, J. Greening the manufacturing function. Business Horizons, 1995.

ROMAN, Ademar. Transformação do Polietileno – PEBD. São Paulo: Érica, 1995.

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S. Tendências e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 14, p. 307-312, 2004.

SARANTÓPOULOS, Claire I.G.L; OLIVEIRA, Lea M.; PADULA, Marisa; COLTRO, Leda; ALVES, Rosa M.V.; GARCIA, Eloísa E.C. – Embalagens Plásticas Flexíveis: Principais Polímeros e Avaliação de Propriedades. Campinas: CETEA/ITAL, 2002.

SOARES, E. P.; NUNES, E. C. D.; SAIKI, M.; WIEBECK, H. Caracterização de polímeros e determinação de constituintes inorgânicos em embalagens plásticas metalizadas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 12, p. 206-212, 2002.

SPIRGATIS, J.; WORTBERG, J. Versatilidade e flexibilidade: os novos requisitos para a produção de filmes tubulares. *Plástico Industrial*, n. 47, p. 62-75, 2002.

STRONG, B. A. *Plastics Materials and Processing*, 2a ed., New Jersey: Editora Prentice Hall, 2000.

SUSANO PETROQUÍMICA – Produtos: Sobre o Polipropileno. Disponível em: <<http://www.suzanopetroquimica.com.br/website/home/Produtos/sobreopp.cfm>> Acessado em: Outubro 2007.

VARVAKIS, et al. *Gerenciamento de Processos - Apostila*. Florianópolis, 1997.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos - Série ferramentas da qualidade - Vol. 1. 2ª ed.* Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995a.

LISTA DE ANEXOS

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE RÁFIA									
Primeiro Processo	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	Média	Total	% Total
Total de Fio Extrusado	54.043	63.406	61.571	70.279	58.537	43.117	58.492	350.953,48	
Residuo de Extrusão	1.462,20	1.710,45	1.822,29	2.874,94	1.949,95	1.497,65	1.886	11.317,48	
% de Resíduo x Fio Estrudado	2,71%	2,70%	2,96%	4,09%	3,33%	3,47%	3,22%	3,22%	32,252%
Total de Tecido Produzido	46.887,20	44.755,96	61.321,71	66.421,06	61.842,05	46.847,35	54.679	328.075,32	
Residuo de Tecelagem	974,80	1.399,46	1.374,71	1.762,06	2.112,45	1.225,35	1.475	8.848,82	
% de Resíduo x Tecido Produzido	2,08%	3,13%	2,24%	2,65%	3,42%	2,62%	2,70%	2,70%	25,217%
Total de Resíduo Primeiro Processo	2.437,00	3.109,90	3.197,00	4.637,00	4.062,40	2.723,00	3.361	20.166,30	
% de Resíduo Gerado Total	55,88%	56,89%	43,66%	61,34%	65,10%	65,76%	57,47%	57,47%	

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE RÁFIA									
Segundo Processo	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	Média	Total	% Total
Total de Tecido Utilizado/Consumid	110.302,30	132.456,80	140.783,80	172.546,91	156.732,60	102.329,00	135.859	815.151,41	
Residuo de Impressão	899,60	1.545,27	1.967,27	1.505,71	1.104,48	692,00	1.286	7.714,33	
Residuo de Corte	1.024,30	811,11	2.158,54	1.417,25	1.073,20	726,00	1.202	7.210,40	
Residuo de Acabamento	1.923,90	2.356,38	4.125,81	2.922,96	2.177,68	1.418,00	2.487	14.924,73	
% de Resíduo x Tecido Utilizado	1,74%	1,78%	2,93%	1,69%	1,39%	1,39%	1,83%	1,83%	42,531%
% de Resíduo Gerado Total	44,12%	43,11%	56,34%	38,66%	34,90%	34,24%	42,53%	42,53%	
Total de Residuo Gerado	4.360,90	5.466,28	7.322,81	7.559,96	6.240,08	4.141,00	5.849	35.091,03	
% de Resíduo x Consumo Tecido	3,95%	4,13%	5,20%	4,38%	3,98%	4,05%	4,30%	4,30%	

Anexo 1: Mapeamento dos resíduos 2º sem 2007.

Fonte: AUTOR, 2008.

Controle da Qualidade										Data: / /	
										Hora: :1	
Ensaio de Ráfia Extrusora N° 01						Parâmetros Gerais			Temperatura		
Tipo Rolo						TURNO:			Programado	Real	
Espessura mínima 0,000						Temperatura Ambiente					
Largura: 3 mm Cor:						Temperatura da Rosca					
Rolo	Gram.	Deflex	Resistência	Tenacidade	Borçação	Temperatura do Cabeçote					
		D	Kgf	GT/D	%	Temperatura área 01					
1						Temperatura área 02					
2						Temperatura área 03					
3						Temperatura área 04					
4						Temperatura área 05					
5						Temperatura área 06					
6						Temperatura área 07					
7						Temperatura da Prancha					
8						Temperatura do Balão					
9						Amperagem Motor					
10						Rotação do Motor					
11						Data Troca Filtro/Turno					
12						Velocidade da Rosca					
13						Velocidade Torre					
14						Inversora Torre					
15						Velocidade Corte					
16						Inversora Corte					
17						Velocidade Rolo Alta					
18						Rotação Rolo de Alta					
19						Data parada Máquina/Turno					
20						Data Início Máquina/Turno					
21						Resíduo Início Máquina					
22											
23											
24											
25						Controle da Qualidade (Médias)					
26						Coeficiente de Variação (CV)			#dividi		
27						Desvio Padrão (DP)			#dividi		
Média											
COMPOSIÇÃO DA MISTURA*											
RESINAS											
Material	Fornecedor	RS/Kg	Custo Total		Kg	%					
PP	biranga	R\$ 4,95	R\$ 742,50		150,0	91,7%					
PP											
Pe	biranga	R\$ 4,55	R\$ 2,28		0,50	0,3%					
Beplast		R\$ 8,30	R\$ 8,30		1,00	0,8%					
Drenomaster		R\$ 8,50	R\$ 9,75		1,50	0,9%					
Aux. Fluxo		R\$ 3,41	R\$ 1,71		0,50	0,3%					
PP Reciclado		R\$ 3,80	R\$ 38,00		10,00	6,1%					
Corante			R\$ -								
TOTAL			R\$	802,53	163,50	100,0%					
vistas:		Extrusor		Gerente Produção							
Turno: _____											
Operadores: _____											
Obs. _____											

Anexo 2: Planilha de controle de extrusão.

Fonte: AUTOR, 2008.

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE RÁFIA									
Primeiro Processo	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	Média	Total	% Total
Total de Fio Extrusado	55.557	62.009	61.338	59.939	44.690	45.997	56.707	329.530,00	
Resíduo de Extrusão	1.765,86	1.549,41	1.507,25	2.138,50	1.948,32	1.020,84	1.781,87	9.930,18	
% de Resíduo x Fio Estrudado	3,18%	2,50%	2,46%	3,57%	4,36%	2,22%	3,14%		32,23%
Total de Tecido Produzido	58.584,93	59.191,90	58.693,70	56.489,80	40.631,00	44.140,92	54.718,27	317.732,25	
Resíduo de Tecelagem	1.177,24	1.267,70	1.137,05	1.310,70	2.110,68	835,24	1.400,67	7.838,60	
% de Resíduo x Tecido Produzido	2,01%	2,14%	1,94%	2,32%	5,19%	1,89%	2,56%		25,44%
Total de Resíduo Primeiro Processo	2.943,10	2.817,10	2.644,30	3.449,20	4.059,00	1.856,08	3.182,54	17.768,78	
% de Resíduo Gerado Total	70,23%	69,82%	50,57%	53,39%	60,60%	44,24%	59,79%	57,68%	

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE RÁFIA									
Segundo Processo	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	Média	Total	% Total
Total de Tecido Utilizado/Consumido	125.913,70	131.111,70	151.758,20	141.240,00	158.078,00	152.611,00	141.620,32	860.712,60	
Resíduo de Impressão	618,50	568,70	1.389,63	1.622,53	1.752,26	1.605,26	1.190,32	7.556,88	
Resíduo de Corte	629,02	648,89	1.194,92	1.388,12	886,85	733,67	949,56	5.481,47	
Resíduo de Acabamento	1.247,52	1.217,59	2.584,55	3.010,65	2.639,11	2.338,93	2.139,88	13.038,35	
% de Resíduo x Tecido Utilizado	0,99%	0,93%	1,70%	2,13%	1,67%	1,53%	1,49%	1,51%	42,32%
% de Resíduo Gerado Total	29,77%	30,18%	49,43%	46,61%	39,40%	55,76%	40,21%		
Total de Resíduo Gerado	4.190,62	4.034,69	5.228,85	6.459,85	6.698,11	4.195,01	5.322,42	30.807,13	
% de Resíduo x Consumo Tecido	3,33%	3,08%	3,45%	4,57%	4,24%	2,75%	3,76%		

Anexo 3: Mapeamento dos resíduos 1º sem 2008.

Fonte: AUTOR, 2008.

CUSTO DE FORMULAÇÃO DA EXTRUSÃO					
Formula Extrusora Trama					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	150	kg	98,55%	R\$ 4,83	R\$ 724,43
Master Leopolimer	1,2	kg	0,79%	R\$ 6,20	R\$ 7,44
Aux. Fluxo	1	kg	0,66%	R\$ 7,82	R\$ 7,82
Pe Baixa	0	kg	0,00%	R\$ 7,50	R\$ -
Reprocesso fio Ponta	0	kg	0,00%	R\$ -	R\$ -
	152,2		100,00%		R\$ 739,69
Preço p/ kg médio da Fórmula:				R\$ 4,8600	
Formula Extrusora Urdume					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	125	kg	98,00%	R\$ 4,83	R\$ 603,69
Master Leopolimer	1,4	kg	1,10%	R\$ 6,20	R\$ 8,68
Aux. Fluxo	0	kg	0,00%	R\$ 7,82	R\$ -
Pe Baixa	0,5	kg	0,39%	R\$ 7,50	R\$ 3,75
Reprocesso fio Ponta	0,65	kg	0,51%		R\$ -
	127,55		100,00%		R\$ 616,12
Preço p/ kg médio da Fórmula:				R\$ 4,8304	
	Consumo Diário		Custo	Consumo Mês	Custo
Formula Extrusora Trama	2780		R\$ 13.510,67	60000	R\$ 291.597,24
Formula Extrusora Urdume	2780		R\$ 13.428,51	60000	R\$ 289.823,99
				Custo Mensal:	R\$ 581.421,23

Anexo 04: Custo da Formula Teste 01

Fonte: AUTOR, 2008.

CUSTO DE FORMULAÇÃO DA EXTRUSÃO					
Formula Extrusora Trama					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	148	kg	97,24%	R\$ 4,83	R\$ 714,77
Master Leopolimer	1,2	kg	0,79%	R\$ 6,20	R\$ 7,44
Aux. Fluxo	1	kg	0,66%	R\$ 7,82	R\$ 7,82
Pe Baixa	0	kg	0,00%	R\$ 7,50	R\$ -
Reprocesso fio Ponta	2	kg	1,31%	R\$ -	R\$ -
	152,2		100,00%		R\$ 730,03
Preço p/ kg médio da Fórmula				R\$ 4,7965	
Formula Extrusora Urdume					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	122	kg	95,39%	R\$ 4,83	R\$ 589,20
Master Leopolimer	1,4	kg	1,09%	R\$ 6,20	R\$ 8,68
Aux. Fluxo	0	kg	0,00%	R\$ 7,82	R\$ -
Pe Baixa	0,5	kg	0,39%	R\$ 7,50	R\$ 3,75
Reprocesso fio Ponta	4	kg	3,13%		R\$ -
	127,9		100,00%		R\$ 601,63
Preço p/ kg médio da Fórmula				R\$ 4,7039	
	Consumo Diário		Custo	Consumo Mês	Custo
Formula Extrusora Trama	2780		R\$ 13.334,25	60000	R\$ 287.789,49
Formula Extrusora Urdume	2780		R\$ 13.076,85	60000	R\$ 282.234,09
Custo Mensal					R\$ 570.023,58

Anexo 05: Custo da Formula Teste 02

Fonte: AUTOR, 2008.

CUSTO DE FORMULAÇÃO DA EXTRUSÃO					
Formula Extrusora Trama					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	148	kg	97,24%	R\$ 4,83	R\$ 714,77
Master Leopolimer	1,2	kg	0,79%	R\$ 6,20	R\$ 7,44
Aux. Fluxo	1,5	kg	0,99%	R\$ 7,82	R\$ 11,73
Pe Baixa	0	kg	0,00%	R\$ 7,50	R\$ -
Reprocesso fio Ponta	1,5	kg	0,99%	R\$ -	R\$ -
	152,2		100,00%		R\$ 733,94
Preço p/ kg médio da Fórmula				R\$ 4,8222	
Formula Extrusora Urdume					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	122	kg	95,39%	R\$ 4,83	R\$ 589,20
Master Leopolimer	1,4	kg	1,09%	R\$ 6,20	R\$ 8,68
Aux. Fluxo	1	kg	0,78%	R\$ 7,82	R\$ 7,82
Pe Baixa	0,5	kg	0,39%	R\$ 7,50	R\$ 3,75
Reprocesso fio Ponta	3	kg	2,35%		R\$ -
	127,9		100,00%		R\$ 609,45
Preço p/ kg médio da Fórmula				R\$ 4,7650	
	Consumo Diário		Custo	Consumo Mês	
Formula Extrusora Trama	2780		R\$ 13.405,66	60000 R\$ 289.330,88	
Formula Extrusora Urdume	2780		R\$ 13.246,82	60000 R\$ 285.902,58	
				Custo Mensal	R\$ 575.233,46

Anexo 07: Custo da Formula Teste 03

Fonte: AUTOR, 2008.

CUSTO DE FORMULAÇÃO DA EXTRUSÃO					
Formula Extrusora Trama					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	147,5	kg	97,04%	R\$ 4,83	R\$ 712,35
Master Leopolimer	1,5	kg	0,99%	R\$ 6,20	R\$ 9,30
Aux. Fluxo	1,5	kg	0,99%	R\$ 7,82	R\$ 11,73
Pe Baixa	0	kg	0,00%	R\$ 7,50	R\$ -
Reprocesso fio Ponta	1,5	kg	0,99%	R\$ -	R\$ -
	152		100,00%		R\$ 733,38
Preço p/ kg médio da Fórmula:				R\$ 4,8249	
Formula Extrusora Urdume					
Material	Qtde	Unid.	%	Preço unit.	Preço total
PP	121	kg	95,16%	R\$ 4,83	R\$ 584,37
Master Leopolimer	1,4	kg	1,10%	R\$ 6,20	R\$ 8,68
Aux. Fluxo	1	kg	0,79%	R\$ 7,82	R\$ 7,82
Pe Baixa	0,75	kg	0,59%	R\$ 7,50	R\$ 5,63
Reprocesso fio Ponta	3	kg	2,36%		R\$ -
	127,15		100,00%		R\$ 606,49
Preço p/ kg médio da Fórmula:				R\$ 4,7699	
	Consumo Diário		Custo	Consumo Mês	
Formula Extrusora Trama	2780		R\$ 13.413,16	60000 R\$ 289.492,60	
Formula Extrusora Urdume	2780		R\$ 13.260,36	60000 R\$ 286.194,81	
				Custo Mensal:	R\$ 575.687,41

Anexo 08: Custo da Formula Teste 04

Fonte: AUTOR, 2008.

Evolução dos Resultados

	Média/2007	Media/2008	Evolução	Ev. %
Resíduo de Extrusão	1.886,25	1.655,03	231,22	14,0%
Resíduo de Tecelagem	1.474,80	1.306,43	168,37	12,9%
Resíduo de Impressão	1.285,72	1.259,48	26,24	2,1%
Resíduo de Corte	1.201,73	913,58	288,16	31,5%
	5.848,51	5.134,52	13,9%	

Anexo 11: Evolução dos Resultados

Fonte: AUTOR, 2008.

Controle Diário de Extrusão

Data: __/__/____ Turno: _____

Operadores: _____

CONTROLE DAS MÁQUINAS:

Parâmetros	Unidade	Extrussora I			Extrussora II		
Amperagem da Extrusora	A						
Velocidade da Rosca (matéria)	RPM						
Velocidade da Torre	MPM						
Velocidade do 1 Estiro	MPM						
Velocidade do 2 Estiro	MPM						
Horas	H						
Largura da Fita	M/M						
Espessura da Fita	Micrón						
Peso	Deenier						

Mistura (carga)	EXTRUSORA I				EXTRUSORA II				TOTAL
Polipropileno									Kg
Anti-Fibrilante									Kg
Pigmento (cor)									Kg
Dreno Máster									Kg
Auxiliar de Fluxo									Kg
Polietileno									
HORA									

Produção	Kg líquida	Total					
Trama (Bote)							
HORA							
Produção	Kg líquida						
Urdume(Painel)							
HORA							

Residuo Máq. 01	KG	Residuo Máq. 02	KG	Observações:
Lançamento		Lançamento		
Limpeza de Bob.N.F.		Limpeza de Bob.N.F.		
Limpeza Fio Tec. N.F.		Limpeza fio Tec. N.F.		
Outros		Outros		

Anexo 11: Planilha de controle de extrusão

Fonte: INDÚSTRIA DE RÁFIA X, 2008.

XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável.
Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008

OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE RÁFIA: COM ENFOQUE NO MAPEAMENTO DOS PROCESSOS E NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Gilson Gilmar Holzschuh (UNISC)

gilsongh@yahoo.com.br

Liane Máhlmann Kinner (UNISC)

liane@unisc.br

Geraldo Lones Crossetti (UNISC)

geraldoc@unisc.br

Marco Flôres Ferrão (UNISC)

ferrao@unisc.br



Este artigo apresenta um mapeamento de processos de uma indústria de rafia com enfoque na geração de resíduos. Inicialmente, destaca a importância da indústria de rafia na cadeia produtiva do setor petroquímico e apresenta a embalagem de rafia como seu produto principal. Utiliza como base para construção do mapeamento o modelo desenvolvido pelo Grupo de Análise de Valor da UFSC. O objetivo proposto direciona-se ao mapeamento dos processos afim de otimizar a produção com a redução, reutilização ou reciclagem dos resíduos gerados. O desenvolvimento do trabalho tem como referência a missão e a visão da empresa, apresentando também resultados de um diagnóstico de geração de resíduos por etapa do processo produtivo demonstrando a importância do mapeamento dos processos e indicando a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos. Constatamos também a intenção da empresa pela busca de parcerias com outras cadeias produtivas, manifestando uma visão de manufatura sustentável e preocupação com as consequências advindas dos impactos ambientais.

Palavras-chaves: mapeamento de processos, resíduos, embalagem de rafia



1. Introdução

A indústria de rafia pertence ao grupo da terceira geração da cadeia produtiva do setor petroquímico. A primeira geração é formada pelas centrais de matérias-primas. A segunda é composta pelos produtores de resinas e as indústrias de transformação formam a terceira geração. A indústria de rafia utiliza como matéria-prima principal o Polipropileno, resina que teve a sua introdução no mercado em 1954 e tornou-se uma das mais importantes resinas termoplásticas da atualidade, sendo o terceiro termoplástico mais vendido no mundo.

O produto principal são as embalagens de rafia, utilizadas para o embalamento de diversos produtos da economia brasileira. Nos diversos setores da cadeia produtiva, além de proporcionar a segurança e garantir a integridade dos produtos, a embalagem representa a imagem do fabricante, atuando como instrumento de publicidade. Seu principal atrativo está no fato de seu reuso, ou seja, após o seu uso a embalagem não gera lixo, é reaproveitada para outros fins, como por exemplo: ensacar sementes para armazéns, embalagem de fertilizante pode ser utilizada para ensacar insumos, entre outras aplicações. Sua principal característica é a resistência e durabilidade comparada a outras embalagens.

Rafia é o nome de uma palmeira, cujas fibras muito resistentes costumavam ser utilizadas para a fabricação de tecidos e cordas. Com o advento dos processos de transformação de plásticos, passou-se a empregar o nome rafia às fitas planas produzidas por extrusão para o mesmo tipo de emprego. Sua composição tem como base o polipropileno, polietileno de baixa densidade e aditivos.

A embalagem de rafia é constituída por diversas fitas de rafia com largura entre 3mm a 6mm. Seu processo de manufatura começa com o processo de extrusão do polipropileno, o qual é extrudado formando um filme tubular e, posteriormente dividido em diversas partes resultando em fitas, as quais são orientadas, tracionadas e enroladas em tubetes para depois serem tecidas pelos teares. Nesta fase, já estruturado e denominado como tecido tubular, o material passa para o setor de acabamento onde é impresso, cortado, costurado e enfardado, para então ser direcionado ao cliente final como embalagem.

Nas diversas fases do processo de produção, a embalagem de rafia tem como resultado resíduos e aparas, sendo este o grande problema das indústrias de embalagens, o qual será objeto de estudo neste artigo. Para tanto, será apresentado o mapeamento do processo de manufatura, identificando as entradas e as saídas, e classificando os tipos de resíduos por pontos de geração. Este trabalho trará informações, no sentido de identificar os pontos críticos do processo, visando desenvolver condições de reuso destes resíduos junto ao processo. A análise dos dados será realizada em uma indústria de rafia da região metropolitana de Porto Alegre-RS.

2. Fundamentação teórica

A indústria de plásticos no Brasil compreende cerca de 9 mil empresas, mas tem capacidade de comportar apenas 2.5 mil. Segundo levantamento da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast, 09/2007), o consumo de artefatos transformados plásticos foi de 2.12 milhões de toneladas no primeiro semestre de 2007, um aumento de 2.9% em relação ao mesmo período do ano passado. Neste mesmo período, o faturamento do setor cresceu 15.5% em relação ao primeiro semestre de 2006, representando R\$ 20.4 bilhões.



O setor de embalagens vem assumindo um papel muito significativo neste mercado, que segundo a ABIPLAST (2007), corresponde a 55% do consumo total de resinas plásticas, representando 1,8 milhões de toneladas por ano. Atendem principalmente aos setores: alimentício, fertilizantes, sementes e rações. A importância da embalagem para a comercialização do produto é diferente, de acordo com o tipo de produto acondicionado e o mercado consumidor, embora, geralmente, ela tenha as funções de atrair a atenção, descrever as características do produto, criar confiança do consumidor e produzir uma impressão global favorável.

Segundo pesquisa realizada pela Associação Brasileira dos Produtores de Fibras Poliolefinicas – (AFIPOL, 2006), o ano de 2006 fechou com uma produção de 96 mil toneladas de sacos, o equivalente a 844 milhões de unidades. As estatísticas indicam também que as exportações vêm crescendo nos últimos anos. Os setores de sacaria e de telas (usadas na fabricação de contentores flexíveis) foram os principais produtos. Em 2006, foram exportadas 4,2 mil toneladas de sacaria e telas, um crescimento de 28,6%, se comparado com 2005.

Para 2007, as expectativas são de crescimento para o setor, impulsionado principalmente pela agricultura. No segmento de sacaria para açúcar, por exemplo, um impulso significativo deverá vir por conta do aumento da safra da cana-de-açúcar e pelas instalações de novas usinas no país. As previsões também são otimistas com relação aos fertilizantes, que devem ter um crescimento de 4% em 2007.

De acordo com essas previsões as empresas de embalagens estão em busca de um melhor controle de produtos e dos processos para sua inserção no mercado ou permanência nele. O número de empresas é extremamente grande e incompatível com o panorama mundial que prevalece no setor, quase 90% dessas empresas têm até 50 empregados. O parque industrial e a gestão empresarial destas empresas estão desatualizados. Grande parte das empresas possui um modelo de gestão familiar, onde as ações estão centralizadas na mão de um só empreendedor (ABIPLAST, 2007).

Considerando esta realidade, outro grande problema enfrentado pelas indústrias de embalagens é a perda de produção durante o processo e a baixa qualidade do produto. Nas indústrias de rafia, isto ocorre em todas as etapas do processo de produção: na extrusão, tecelagem, impressão e corte/costura.

Para compreender melhor as etapas definiu-se como processo qualquer atividade que recebe uma entrada (*input*), agrega valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno, que estão localizados dentro da cadeia de atividades e são afetados se o processo gerar saídas erradas, ou externo, que estão fora da empresa e recebem o produto final, sua satisfação deve ser a meta prioritária da empresa. Como a qualidade é uma função do processo, o gerenciamento de processos pode ser conceituado como uma ferramenta destinada a implementar a melhoria contínua nas organizações (HARRINGTON, 1997).

Assim, o uso de ferramentas para o Gerenciamento de Processos (GP) nas atividades envolvidas com a manufatura da rafia pode trazer grandes vantagens para a organização, como uma ampliação da visão do negócio, maior conhecimento do processo, maior envolvimento dos agentes e colaboradores, levando ao atendimento das necessidades dos clientes. Gerenciamento de processos não é exercício de redução de custos, busca de culpados por falhas ou um processo estático, é um método baseado em informações coletadas de



clientes e fornecedores, que considera os erros como oportunidades de melhoria e prevenção e, acima de tudo é um processo contínuo.

Outro conceito importante trata-se do mapeamento de processo sendo este uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que tem a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos. A sua análise estruturada permite, ainda, a redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, a redução nas falhas de integração entre sistemas e melhora do desempenho da organização, além de ser uma excelente ferramenta para possibilitar o melhor entendimento dos processos atuais e eliminar ou simplificar aqueles que necessitam de mudanças (HUNT, 1996).

O mapeamento de processos teve suas origens em uma variedade de áreas, sendo que a origem da maioria das técnicas como o diagrama de fluxo, o diagrama de cadeia, o diagrama de movimento, os registros fotográficos, os gráficos de atividades múltiplas e os gráficos de processo podem ser atribuída a Taylor e a seus estudos de melhores métodos de se realizar tarefas e organização racional do trabalho na Midvale Steel Works (JOHANSSON et al., 1995).

Em um mapa de processos consideram-se atividades, informações e restrições de interface de forma simultânea. A sua representação inicia-se do sistema inteiro de processos como uma única unidade modular, que será expandida em diversas outras unidades mais detalhadas, que, conectadas por setas e linhas, serão decompostas em maiores detalhes de forma sucessiva. Esta decomposição é que garantirá a validade dos mapas finais. Assim sendo, o mapa de processos deve ser apresentado em forma de uma linguagem gráfica que permita (HUNT, 1996):

- Expor os detalhes do processo de modo gradual e controlado;
- Encorajar concisão e precisão na descrição do processo;
- Focar a atenção nas interfaces do mapa do processo;
- Fornecer uma análise de processos poderosa e consistente com o vocabulário do design.

Mas, um ponto fundamental para que o mapeamento dos processos seja implementado com sucesso, é necessário que exista um fator cultural no ambiente da empresa, pois muitas vezes, não basta que os métodos sejam executados com clareza, se os resultados obtidos não serão analisados e trabalhados para que haja o aprendizado.

3. Metodologia

A metodologia baseia-se em um estudo de caso estruturado em duas etapas. Para cada etapa foi desenvolvido um conjunto de formulários de coleta de informações, tendo como base o método e planilha proposta pelo GAV – Grupo de Análise de Valor do PPGEp da UFSC (NERES, 1998). Estas etapas estão apresentadas nos itens 3.1 e 3.2 da metodologia. O preenchimento destes formulários direciona a aplicação da metodologia. Os próximos tópicos descrevem algumas das características de cada uma das etapas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho. Acrescentamos também que, doravante a empresa em questão vai ser designada de Indústria de Ráfia X.

3.1 Base para o Gerenciamento de Processo



O objetivo desta etapa é fornecer subsídios para a execução da metodologia. Nesta etapa, até o momento, foi desenvolvido, a partir de pesquisa documental, um levantamento dos principais dados existentes na empresa. Foram averiguados os seguintes dados:

- Missão e visão da empresa;
- Estrutura da empresa e recursos utilizados;
- Definição das equipes e seu treinamento;
- Clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos;
- Mapa do processo.

3.2 Definição e Análise do Processo

Para a definição e análise do processo partiu-se do estudo das entradas e saídas do processo produtivo e após detalhamento das etapas que o compõe. Os resultados esperados são:

- Definição dos processos prioritários e produtos envolvidos;
- Mapeamento de geração de resíduos ;
- Avaliação e priorização dos problemas;
- Geração de idéias de melhoria.

4. Resultados

A partir da aplicação da metodologia descrita no item anterior apresentamos os seguintes resultados:

Com relação a missão e visão geral da empresa segundo sua estrutura organizacional está definida como:

MISSÃO

Proporcionar soluções em embalagens, garantir segurança e proteção para os produtos de nossos clientes, buscando constantemente o aprimoramento dos nossos colaboradores, melhoria contínua em tecnologia, parceria com fornecedores e clientes, retorno financeiro adequado, primando pelo cumprimento dos nossos valores.

VISÃO

Tornar-se referência nacional na produção de rafia através da utilização de tecnologias limpas, proteção ambiental, desenvolvimento do ser humano e gestão da qualidade e inovação.

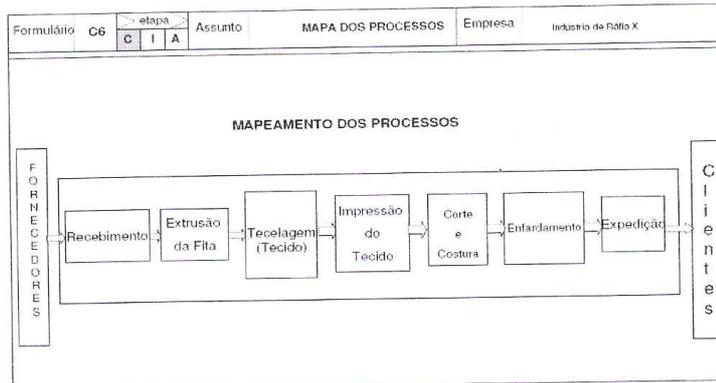
Da análise da missão e da visão percebe-se que a empresa está preocupada com a melhoria contínua e com o uso de tecnologias adequadas visando a minimização na geração de resíduos.

Como produtos finais a empresa desenvolve tecidos e embalagens de rafia de diversos tamanhos e medidas sob encomenda.

Para análise da estrutura da empresa apresentamos na Figura 1 o fluxograma do macro-processo desenvolvido pela empresa.



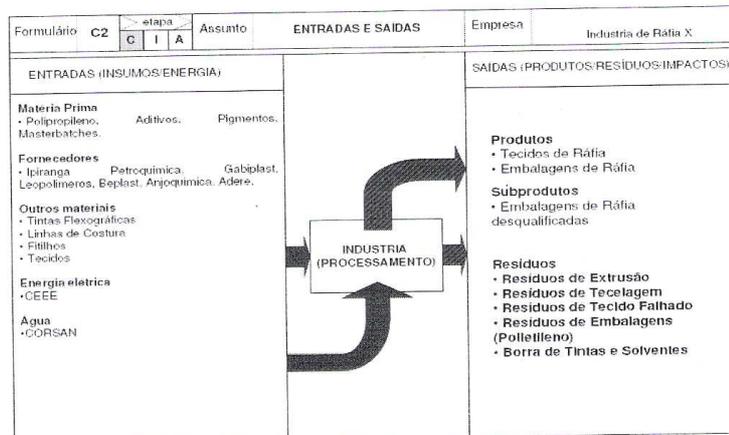
O mapeamento dos processos da estrutura de produção a partir do recebimento da matéria-prima, seguindo pelas etapas de processamento e concluindo pela expedição que irá apresentar o produto final que é destinado ao cliente, na Figura 2 apresentamos o mapa dos processos realizados pela indústria de rafia estudada.



Fonte: Indústria de Ráfia X, 2008

Figura 2 - Mapeamento dos Processos

Na Figura 3, apresentamos as entradas e as saídas dos insumos, produtos e resíduos gerados pelo processo de produção das embalagens de rafia.



Fonte: Adaptado de Neres, 1998

Figura 3 - Mapeamento de Entradas e Saídas de Insumos e Produtos

Observando os dados apresentados na Figura 3 são gerados no processo estudado subprodutos e diversos tipos de resíduos.

Os subprodutos apresentados na Figura 3, embalagens desqualificadas são resultado de defeitos de impressão como por exemplo: falha de tinta, impressão fora da matriz, impressão



borrada, impressão fora das especificações do cliente. Estas embalagens são costuradas em tamanhos padrão, e são comercializados a um preço cerca de 20% inferior ao preço normal.

Os resíduos são classificados e vendidos de acordo com o seu padrão e vendidos também a um preço cerca de 70% inferior ao preço normal. Já os resíduos de tintas e solventes são coletados em tambores e enviados para reprocesso para posterior retorno a indústria para uso como insumos de limpeza.

A partir do mapeamento, identificamos dos resíduos gerados por etapa no processo produtivo. Na Tabela 2 apresentamos estes resultados.

	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	Total
Resíduo de Extrusão	1.462,20	1.710,45	1.822,29	2.874,94	1.949,95	1.497,65	11.317,48 32,252%
Resíduo de Tecelagem	974,80	1.399,46	1.374,71	1.762,06	2.112,45	1.225,35	8.848,82 25,217%
Resíduo de Impressão	899,60	1.545,27	1.967,27	1.505,71	1.104,48	692,00	7.714,33 21,984%
Resíduo de Corte	1.024,30	811,11	2.158,54	1.417,25	1.073,20	726,00	7.210,40 20,548%
Total de Resíduo	4.360,90	5.466,28	7.322,81	7.559,96	6.240,08	4.141,00	35.091,03
Total de Tecido Utilizado	110.302,30	132.456,80	140.783,80	172.546,91	156.732,60	102.329,00	815.151,41
% de Resíduo Gerado	3,95%	4,13%	5,20%	4,38%	3,98%	4,05%	4,30%

Fonte: Indústria de Ráfia X (jul 07 a dez 07)

Tabela 2 - Mapeamento e Identificação dos Resíduos

Analisando a Tabela 2 é possível observar que a quantidade de resíduo gerado apresentou variações durante o período de acompanhamento. A maior variação foi verificada no mês de setembro. Neste mês, houve uma contratação de funcionários novos com a abertura de um novo turno, assim resultou mais resíduo devido ao treinamento da mão-de-obra.

Observa-se que a maior parte do resíduo gerado no período de julho a dezembro de 2007 foi no setor de extrusão da fita de rafia e, em seguida na tecelagem, ou seja, o maior resíduo gerado ocorre no setor de produção do tecido, extrusão e tecelagem. No setor de acabamento, impressão e corte, há um resultado menor em relação à geração de resíduo, sendo que, o resíduo de impressão, chamada de embalagem desqualificada, ainda consegue ser comercializada há um valor, cerca de 70% do valor de uma embalagem normal, já o restante do resíduo, decorrente das etapas de extrusão, tecelagem e corte, é valorado a 24% do custo do quilo de tecido.

Observa-se também que em relação aos equipamentos existentes no parque industrial, há necessidade de aquisição de equipamentos complementares visando a ampliação do reprocessamento de resíduo gerado. O custo de um quilo de tecido tem um valor de R\$ 7.60 e o resíduo não reprocessado é comercializado a R\$ 1.80 por quilo. Assim, ao deixar de reprocessar 35.091.03 kg no período de julho a dezembro de 2007, teve uma perda de R\$ 203.527.97 em desperdício de matéria-prima neste período.

5. Considerações Finais

Ao iniciar um programa de mapeamento de processos com objetivo de otimizar a produção e reduzir os resíduos é necessário avaliar e apurar o real custo dos processos e principalmente o custo dos resíduos. As indústrias devem conhecer o valor dos seus resíduos para eliminar a resistência das mesmas em providenciar sua minimização.

O resíduo representa perda de matérias-primas ou energia já pagos pela indústria, além de gasto no manuseio e disposição final. A otimização no uso de materiais resulta em economia no custo e aumento na produtividade. Maior quantidade de produto é produzida a partir da



mesma quantidade de material inicial, quando não há desperdício de recursos, ocorre reflexo nos resultando em vantagem competitiva para a empresa no mercado.

Cabe ressaltar como destaque a parceria relatada pela indústria de rafia X com a empresa de remanufatura para o reprocesso dos resíduos de tintas e solventes. Isto manifesta a visão de manufatura sustentável, onde a empresa parceira mantém sua atividade em prol do reprocesso do resíduo gerado pela outra. Além de levantar sua intensão ambiental, pois seria relevante o impacto ambiental destes resíduos com sua exposição ambiental.

Portanto, é relevante o exposto na missão da empresa quando coloca que busca parceria com fornecedores e clientes, pois mostrou-se parceira através da remanufatura do seu resíduo de tintas e solventes, buscando tecnologias limpas e com isso ainda poder reutilizar a mesma matéria-prima, além de primar pela proteção ambiental ao não expor resíduos tóxicos ao meio ambiente.

Referências

CORREIA, K. S. ALFAMA, A., DAGOBERTO ALVES DE. (UNIFED). *Aplicação da técnica de mapeamento de fluxo de processo no diagnóstico do fluxo de informações da cadeia cliente-fornecedor.* ENEGEP, 2002.

CORREIA, KWANI SAMORA ALFAMA, LEAL, FABIANO, ALMEIDA, DAGOBERTO ALVES DE. (UNIFED). *Mapeamento de processo: Uma abordagem para análise de processo de negócio.* ENEGEP, 2002.

NERES, W. A. *Uma ferramenta computacional para suporte a aplicação do gerenciamento de processos no direcionamento e quantificação do impacto dos recursos e resíduos.* Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – UFSC, 1998. disponível em: <<http://teses.cps.ufsc.br/defesa/odf/1686.pdf>>.

ABIPLAST - Plástico terá empresa-modelo e central para a consolidação - Guilherme Arruda DCI - Diário Comércio e Indústria. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/index.php?page=noticia&news=196>> Acessado em 07 dezembro 2007.

AFIPOL - Produção e Exportação: mercado de rafia de PP – Histórico. Disponível em: <http://www.afipol.org.br/afipol_historico.htm> Acessado em 08 dezembro 2007.

PINTO, JANE LÚCIA G. C. *Gerenciamento de Processos na Indústria de Móveis.* Florianópolis: UFSC, 1993. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção.

MONTEIRO, JOSÉ G. *Gerenciamento de Processos Empresariais: Interface Direta com o Setor Produtivo.* Florianópolis: UFSC, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

HARRINGTON, H. JAMES. *Aperfeiçoando Processos Empresariais: Estratégia Revolucionária para o Aperfeiçoamento da Qualidade, da Produtividade e da Competitividade.* São Paulo: MAKRON Books, 1993.

HUNT, V. DANIEL. *Process mapping: how to reengineer your business processes.* New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

KETTINGER, WILLIAM, TENG, JAMES T. C., GUHA, SUBASHISH. *Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools.* MIS Quarterly, USA, v.21, n. 1, p. 55-80, march, 1997.

OSTRENGA, M. R.; OZAN, T. R.; MCILHATTAN, R. D.; HARWOOD, M. D. *Guia da Ernst & Young para a estimação total de custos.* Rio de Janeiro, ed. 1. ed. Record, 1993.

JOHANSSON, HENRY J. ET AL. *Processos de negócios.* São Paulo: Pione