

SALOMÃO SOARES

AUMENTO DA PRODUÇÃO DE UMA TECELAGEM POR MEIO DA  
REDUÇÃO DE PARADAS DE MÁQUINAS

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

São Paulo

2013



SALOMÃO SOARES

AUMENTO DA PRODUÇÃO DE UMA TECELAGEM POR MEIO DA  
REDUÇÃO DE PARADAS DE MÁQUINAS

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

Orientador:

Prof. Dr. Paulino Graciano Francischini

São Paulo

2013

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Soares, Salomão**

**Aumento da produção de uma tecelagem por meio da  
redução de paradas de máquinas/ S. Soares. -- São Paulo, 2013.  
142 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1.Manutenção 2.Programação da produção 3.Indústria têxtil  
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento  
de Engenharia de Produção II.t.**

À minha família e meus amigos



## **AGRADECIMENTOS**

A D'us, por me dar a sabedoria e a perseverança necessárias para realizar meus sonhos e me fortificar nos momentos de dificuldades

Ao meu pai Jaime que sempre me incentiva a dar o melhor de mim.

À minha mãe Vera que me dá o apoio necessário para alcançar meus sonhos.

À minha irmã Rachel, por sua amizade, cumplicidade e por ter acordado mais cedo para me levar ao ursinho.

Aos meus avós, por todos os ensinamentos transmitidos por meio de tantas histórias e demonstrações de afeto.

A todos meus tios e primos, com os quais compartilhei momentos que me fazem valorizar cada dia mais a importância de ter uma família unida.

A todos meus amigos que sempre sabem se precisam apoiar, me divertir ou até me aturar. Vocês tornam tudo possível!

Ao Movimento Juvenil Bnei Akiva, peça chave no meu desenvolvimento pessoal.

Aos companheiros da Zaraplast, que, apenas por amizade, tanto me auxiliaram na elaboração deste trabalho. Não teria como citar tantos nomes.

Ao professor Paulino Graciano Francischini, pelas orientações, paciência e dedicação para, independente do horário, não se contentar em apenas realizar este trabalho, mas também lapidar alguns pontos de minha formação.



“If you will it, it is no dream!”

Theodor Herzl



## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo aumentar a produção de sacarias e tecidos para confecção de big-bags em uma fabricante de embalagens flexíveis. A parcela de máquinas e colaboradores envolvidos na Tecelagem, em comparação às demais etapas funcionais, justifica o foco deste trabalho neste setor da fábrica. A estratégia seguida para alcançar o aumento da produção foi baseada na redução de paradas de máquinas. Os dados levantados pelo sistema MES (*Manufacturing Execution System*) orientaram a identificação dos mais relevantes modos de paradas. Foram analisadas as causas de cada um destes modos para elaboração e implementação de planos de ação que reduzissem o tempo total de inderrupção da produção. As paradas para troca de urdume foram tratadas com a implementação de um novo método de abastecimento dos teares, desenvolvido através de um estudo de tempos e métodos, que reduz os tempos de paradas ao mesmo tempo que prescreve uma tarefa mais ergonômica ao tecelão. As paradas por quebras de fios e manutenções corretivas justificaram a elaboração de um plano de manutenção baseado na melhoria da manutenção preventiva e na implementação da manutenção preditiva em dois casos de perdas crônicas. As paradas por falta de matéria-prima impulsionaram o desenvolvimento de um sistema único de programação para a Tecelagem e seu fornecedor interno (Extrusão de Ráfia) baseado no mapeamento das necessidades de materias. Até a conclusão deste trabalho alguns planos de ação já haviam sido implementados integralmente e gerado resultados satisfatórios, enquanto os demais estavam em fase de implementação após os testes confirmarem as potenciais reduções de paradas.

**Palavras-chave:** Produção. Produtividade. Tecelagem. Modos de Paradas. Organização do Trabalho. Manutenção. Programação.



## **ABSTRACT**

This work aims to increase the production of sacks and fabrics for manufacturing of big-bags in a flexible packaging manufacturer. The share of machinery and collaborators involved in weaving, in comparison to other functional steps, justifies the focus of this project in such factory sector. The strategy followed to achieve the increased production was based on the reduction of machine stoppages. The data collected by the MES system (Manufacturing Execution System) guided the identification of the most relevant stoppage modes. The causes for each of these modes were analyzed for the preparation and implementation of action plans to reduce the total time of interruption of production. The stops to exchange warp were treated with the implementation of a new method of supply of looms, developed through a study of time and methods. This new method reduces the times of stops while prescribing a more ergonomic task to the weaver. The stops for thread breakage and corrective maintenance justified the development of a maintenance plan based on improving preventive maintenance and implementing predictive maintenance in two cases of chronic losses. The stops due to lack of raw materials fueled the development of a single programming system for the weaving and its internal supplier (Raffia Extrusion) based on mapping the material needs. Until the conclusion of this work, some action plans had already been fully implemented and generated satisfactory results, while others were in implementation phase after the tests had confirmed the potential stoppage reduction.

**Keywords:** Production. Productivity. Weaving. Stoppage modes. Work Organization. Maintenance. Scheduling.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Galpão da Tecelagem com 92 dos 120 teares do setor .....	19
Figura 2 – Produtos da linha de PE .....	22
Figura 3 – Produtos da linha de PP (sacaria não laminada, sacaria laminada e Zaraplus).....	24
Figura 4 – Relação entre o objetivo CUSTO e os demais objetivos de desempenho.....	30
Figura 5 – Modelo SIPOC para melhoria de processos .....	31
Figura 6 – Diagrama de Ishikawa.....	32
Figura 7 – Elementos gerenciados na busca pela maximização da produtividade .....	33
Figura 8 – Cálculo da produtividade .....	34
Figura 9 – Estrutura de tempos e perdas do OEE.....	35
Figura 10 – Cálculo do fator de apara na unidade Cumbica .....	37
Figura 11 – Fases da redefinição do padrão de uma operação .....	41
Figura 12 – Três gerações da função Manutenção .....	43
Figura 13 – Elementos que compõem o tempo de interrupção da produção e o tempo de reparo .....	44
Figura 14 – Fluxograma de processo da linha de PP na unidade Cumbica.....	54
Figura 15 – Gaiola de um tear com rocas de urdume de tamanhos aleatórios .....	62
Figura 16 – Diagrama de Ishikawa para as paradas por quebras de fios.....	63
Figura 17 – Tear sem troca total (urdumes despadronizados), tear logo após a realização da troca total e uma semana após a troca .....	69
Figura 18 – Limpeza dos discos das gaiolas durante realização da Troca Total.....	75
Figura 19 – Melhoria do transporte de material com o uso dos novos carrinhos.....	78
Figura 20 – Procedimento do CQ antes e após a construção da peça .....	79
Figura 21 – Situação do estoque de tramas e urdumes.....	81
Figura 22 – Práticas de vários modelos de gestão da manutenção.....	84
Figura 23 – Procedimento de revisão de gaiola. Atividades de manutenção .....	87
Figura 24 – Procedimento de revisão de gaiolas. Fotos das atividades.....	88
Figura 25 – Procedimento de revisão de lançadeiras. Atividades de manutenção. ....	90
Figura 26 – Procedimento de revisão de lançadeiras. Fotos das atividades.....	91
Figura 27 – Procedimento de revisão de passamento. Atividades e foto. ....	93



Figura 28 – Banco de dados das paradas para manutenção corretiva com destaque para as perdas relacionadas ao PENTE.....	94
Figura 29 – Banco de dados das paradas para manutenção corretiva com destaque para as perdas relacionadas ao PARAFUDO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA.....	95
Figura 30 – PENTE e os conjuntos de puas .....	96
Figura 31 – Contato do óleo com a cola e sustentação do anel superior por meio das puas....	97
Figura 32 – Puas deformadas pela presença de peças presas em uma das lançadeiras .....	97
Figura 33 – Pente restaurado com estrutura mais resistente.....	98
Figura 34 – Puas em posições diferentes devido ao rompimento da cola, causando obstrução da passagem.....	99
Figura 35 – Puas fixas porém com a cola rompendo.....	99
Figura 36 – Puas com acúmulo de sujeira (à esquerda) e puas limpas (à direita).....	100
Figura 37 – PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA....	100
Figura 38 – Procedimentos para tirar um parafuso quebrado.....	101
Figura 39 – Utilização de parafuso passante .....	102
Figura 40 – Documento para programa de capacitação dos colaboradores. ....	103
Figura 41 – Salas dos encarregados dos setores de Extrusão e Tecelagem – Planta e Foto ..	109
Figura 42 – Fluxograma de atividades para desenvolvimento do Sistema de programação..	111
Figura 43 – Aba 1: Cadastro de famílias de tecidos e tipos ráfias.....	118
Figura 44 – Aba 2: Cadastro de tecidos e classificação de acordo com as famílias.....	119
Figura 45 – Aba 2: Cadastro de tecidos e estimativa de produção diária em cada modelo de tear .....	119
Figura 46 – Aba 3: Ambiente de programação dos teares.....	120
Figura 47 – Aba 4: Produção esperada dos tecidos (diária e mensal) e por tipo de tecido ....	121
Figura 48 – Fórmula para cálculo do estoque previsto no início de cada dia.....	122
Figura 49 – Aba 5: Ambiente de Programação do Setor de Extrusão.....	123
Figura 50 – Projeto para estoque de ráfias .....	130



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participação de cada setor funcional em relação ao total de recursos da unidade Cumbica.....	19
Gráfico 2 – Participação de alguns grupos de setores funcionais em relação ao total de colaboradores da unidade Cumbica.....	20
Gráfico 3 – Parcela de cada segmento de clientes sobre a produção do grupo Zaraplast no ano de 2011 .....	21
Gráfico 4 – Parcela de cada segmento de clientes sobre a produção do grupo Zaraplast no ano de 2012 .....	21
Gráfico 5 – Parcela de cada segmento de clientes sobre a produção do grupo Zaraplast nos três primeiros trimestres de 2013.....	21
Gráfico 6 – Participação da Zaraplast no mercado de materiais têxteis artificiais ou sintéticos em 2011 .....	25
Gráfico 7 – Diagrama de Pareto .....	32
Gráfico 8 – Diagrama de Pareto para os principais modos de paradas entre 1 de Março e 30 de Abril de.....	59
Gráfico 9 – Comparação da produtividade (medida pelo indicador OEEZ) dos teares Alpha antes de .....	74
Gráfico 10 – Comparação da produtividade (medida pelo indicador OEEZ) dos teares BSW antes de .....	74
Gráfico 11 – Indicador OEEZ por turno do grupo de teares Alpha .....	79
Gráfico 12 – Indicador OEEZ por turno do grupo de 10 teares BSW.....	80
Gráfico 13 – Indicador OEEZ por turno do grupo de 16 teares BSW.....	80
Gráfico 14 – Evolução da produção da Tecelagem entre os meses de Março e Setembro de 2012 .....	125



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Clientes da linha de PE e aplicações das embalagens .....	22
Tabela 2 – Clientes da linha de PP e aplicações das embalagens/tecidos .....	24
Tabela 3 – Produção e venda de produtos das categorias 1323.2060 e 1323.2180.....	25
Tabela 4 – Importância da produtividade em vários níveis da sociedade .....	33
Tabela 5 – Cálculo do OEE e dos indicadores que o compõem.....	36
Tabela 6 – Descrição dos elementos que compõem o tempo de interrupção da produção e o tempo de reparo .....	45
Tabela 7 – Níveis hierárquicos, horizontes de planejamento, funções e produtos do PCP.....	48
Tabela 8 – Classificações dos sistemas de produção.....	48
Tabela 9 – Ambientes de programação do PCP .....	49
Tabela 10 – Independência garantida pelos estoques, segundo vários autores .....	51
Tabela 11 – Tempos e Indicadores referentes ao primeiro quadrimestre de 2012.....	55
Tabela 12 – Métodos utilizados para entendimento do setor de Tecelagem.....	56
Tabela 13 – Tempos de paradas de máquinas entre 1 de Março e 30 de Abril de 2012 .....	58
Tabela 14 – Causas que geram quebras de fios, influência e setor facilitador de cada uma ....	64
Tabela 15 – Influência total das causas associadas a cada setor facilitador .....	64
Tabela 16 – Causas a serem tratadas na elaboração dos planos de ação referentes a cada modo de parada.....	66
Tabela 17 – Definição das metas de redução de paradas para os três modos tratados.....	66
Tabela 18 – Valores iniciais e metas de redução individuais para os indicadores TPTP e redução total projetada.....	67
Tabela 19 – Benefícios esperados com a realização da Troca Total .....	70
Tabela 20 – Tempos para ealização das trocas.....	73
Tabela 21 – Classificações da relação entre a Tecelagem e seu setor fornecedor (Extrusão de Ráfia) .....	105
Tabela 22 – Produção da tecelagem (em metros e em kg) no mês de Março de 2012.....	106
Tabela 23 – Produção da tecelagem (em metros e em kg) no mês de Abril de 2012.....	107
Tabela 24 – Ráfias e velocidades de produção nas 6 extrusoras .....	113
Tabela 25 – Tecidos existentes e classificação por família .....	115
Tabela 26 – Parâmetros de cada família de tecidos.....	116



Tabela 27 – Velocidades nominais e histórico do indicador OEEZ para cada modelo de Tear .....	117
Tabela 28 – Evolução da produção da Tecelagem entre os meses de Março e Setembro de 2012 .....	124
Tabela 29 – Produção e OEEZ da Extrusão nos meses de Março, Abril, Agosto e Setembro de 2012 .....	125
Tabela 30 – Indicadores de Produção e Setup das extrusoras 3 e 4 nos meses de Março, Abril e Agosto de 2012 .....	126
Tabela 31 – Indicadores de Produção e Setup do setor de Extrusão meses de Março, Abril e Agosto de 2012 .....	126



## **LISTA DE SIGLAS**

PE	Polietileno
PP	Polipropileno
RPM	Rotações por minuto
OEE	Overall Equipment Effectiveness
ITO	Índice de Tempo Operacional
IDO	Índice de Desempenho Operacional
PPCP	Planejamento, Programação e Controle da Produção
MRP	Planejamento das Necessidades de Materiais



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	17
1.2 OBJETIVO DO TRABALHO.....	18
1.3 O GRUPO ZARAPLAST .....	20
1.4 OS PRODUTOS.....	21
1.4.1 Produtos de Polietileno (PE).....	22
1.4.2 Produtos de Polipropileno (PP).....	23
1.5 O MERCADO NO BRASIL.....	24
1.6 O ESTÁGIO.....	26
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	26
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>29</b>
2.1 ANÁLISE DE PROBLEMA.....	29
2.1.1 <i>Objetivos de desempenho: preço baixo e margem alta</i> .....	29
2.1.2 <i>Método para análise de problemas</i> .....	30
2.1.3 <i>Ferramentas para análise de problemas</i> .....	31
2.2 PRODUTIVIDADE .....	32
2.2.1 <i>Definição e abrangência</i> .....	32
2.2.2 <i>OEE – (Overall Equipment Effectiveness)</i> .....	34
2.2.3 <i>O Sistema MES</i> .....	38
2.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	39
2.3.1 <i>Organização Máquina</i> .....	39
2.3.2 <i>Redefinição de uma operação</i> .....	40
2.3.3 <i>Aspectos ergonômicos do trabalho</i> .....	41
2.4 MANUTENÇÃO .....	42
2.4.1 <i>Conceito e importância</i> .....	42
2.4.2 <i>Evolução e abrangência</i> .....	43
2.4.3 <i>Tempo de Interrupção da Produção</i> .....	43
2.4.4 <i>O objetivo e os serviços do departamento de manutenção</i> .....	46
2.5 PROGRAMAÇÃO .....	47
2.5.1 <i>Conceito e importância</i> .....	47



2.5.2	<i>Classificações de sistemas produtivos</i> .....	48
2.5.3	<i>O MRP</i> .....	49
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROBLEMA</b> .....	<b>53</b>
3.1	DESCRIÇÃO DO PROJETO PRODUTIVO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....	53
3.2	DEFINIÇÃO DA FONTE DE DADOS .....	56
3.3	COLETA DE DADOS E PRIORIZAÇÃO .....	57
3.4	BUSCA DAS CAUSAS RAIZ .....	59
3.4.1	<i>Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fios</i> .....	60
3.4.2	<i>Manutenção Corretiva</i> .....	65
3.4.3	<i>Falta de Matéria-Prima</i> .....	65
3.5	RESUMO DAS CAUSAS RAIZ E ESTABELECIMENTO DE METAS .....	65
<b>4</b>	<b>PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DAS PARADAS PARA TROCA DE</b>	
	<b>URDUME: A TROCA TOTAL</b> .....	<b>69</b>
4.1	FASE 1: TESTE DA TROCA TOTAL EM 8 TEARES .....	70
4.2	FASE 2: EXPANSÃO DO MÉTODO PARA ATÉ 31 TEARES.....	75
4.3	FASE 3: EXPANSÃO GRADATIVA PARA TODA A TECELAGEM .....	80
<b>5</b>	<b>PLANO DE MANUTENÇÃO PARA REDUÇÃO DAS PARADAS DE</b>	
	<b>MANUTENÇÃO CORRETIVA E QUEBRAS DE FIOS</b> .....	<b>83</b>
5.1	ESTRUTURA DO PLANO DE MANUTENÇÃO SUGERIDO .....	83
5.2	MELHORIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	85
5.2.1	<i>Manutenção Preventiva Geral</i> .....	85
5.2.2	<i>Revisão de Gaiola</i> .....	86
5.2.3	<i>Revisão de Lançadeiras</i> .....	89
5.2.4	<i>Revisão de Passamento</i> .....	92
5.3	IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NOS CASOS DE PERDAS CRÔNICAS .....	94
5.3.1	<i>Identificação das perdas crônicas</i> .....	94
5.3.2	<i>Perdas relacionados ao PENTE: Reprojeto de equipamento e desenvolvimento de técnicas de monitoramento</i> .....	96
5.3.3	<i>Perdas relacionadas ao PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA: Reprojeto de equipamento e desenvolvimento de técnicas de monitoramento</i> .....	100



5.3.4 Procedimento de Monitoramento de Condições .....	103
<b>6 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PARA REDUÇÃO DAS PARADAS POR FALTA DE MATÉRIA-PRIMA .....</b>	<b>105</b>
6.1 O PROBLEMA DA PROGRAMAÇÃO.....	105
6.1.1 Aplicação dos conceitos de programação ao ambiente Tecelagem x Extrusão....	105
6.1.2 A relação entre a produção da Tecelagem e da Extrusão .....	106
6.2 DEFINIÇÃO DO MODELO DE PROGRAMAÇÃO .....	109
6.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO .....	110
6.3.1 Dados obtidos com colaboradores da Extrusão de Ráfia .....	112
6.3.2 Dados obtidos com colaboradores da Tecelagem.....	114
6.3.3 Descrição das atividades realizadas pelo autor para gerar o Sistema de Programação .....	117
6.4 IMPLEMENTATAÇÃO E RESULTADOS DO NOVO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO .....	124
6.4.1. Implementação e benefícios obtidos.....	124
6.4.2 Problemas que atrapalham o Sistema de Programação e ações corretivas.....	126
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>129</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE A – FICHA DE COLETA DE TEMPOS.....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE B – CRONOGRAMA DE PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DA TROCA TOTAL.....</b>	<b>141</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde a antiguidade, o uso da fibra foi limitado pelas espécies disponíveis na natureza. O algodão e o linho eram os materiais mais cotados. A primeira tentativa de se criar uma fibra sintética data de 1664, mas o naturalista inglês Robert Hooke não atingiu seu objetivo de produzir uma fibra que “fosse boa ou melhor” que a seda. Em 1855 o químico suíço Audemars patenteou a primeira “seda artificial” ao produzir celulose após dissolver as fibras de uma árvore. Mas só em 1880 o químico e eletricista inglês Sir. Joseph Swan fez a primeira extrusão de fios, a partir de uma solução como a de Audemars. Em 1885 foram exibidos em Londres os primeiros tecidos fabricados com a nova fibra sintética.

As primeiras fibras eram derivadas da celulose, até que na década de 1930 foi produzida a primeira fibra derivada do petróleo: o nylon. O material foi se expandindo por diversos campos da indústria. Outros materiais também foram produzidos, até que na década de 50 surgiu uma resina que hoje é bastante difundida na indústria: o polipropileno (PP).

Até meados da década de 80, a solução mais difundida na indústria brasileira para armazenagem de grãos, sementes, pós, etc. era o saco de algodão ou juta (outra fibra natural). Com as oportunidades de redução de custos atreladas aos sacos de fibras sintéticas, as empresas passaram a priorizar as sacarias de ráfia de PP. As primeiras tecelagens de ráfia foram inauguradas no final da década de 60 com teares que produziam a uma velocidade de 350 rpm. O número de empresas começou a crescer aceleradamente início da década de 90, quando já haviam teares que produziam a até 620 rpm. Com o passar dos anos, o setor foi se desenvolvendo e hoje já existem teares que chegam a 1.100 rpm, possibilitando um aumento na capacidade produtiva das indústrias de sacarias de ráfia. Atualmente essas sacarias são utilizadas para diversos segmentos da indústria, com destaque para transporte e armazenagem de açúcar, farelo, farinha, grãos, ração e sal.

Segundo Empresa (2001), entre os anos de 2007 e 2001, a produtividade (medida pela razão entre valor adicionado por pessoal ocupado) das atividades da classificadas como “Fabricação de produtos têxteis” se manteve na posição 25 num ranking com 29 atividades analisadas (com exceção ao ano de 2008, quando ocupou a 26ª posição). Essa classe é

formada por diversas atividades diferentes, incluindo desde a preparação e fiação de fibras textéis naturais, especificamente de algodão, linhas para costurar e bordar ou fibras artificiais e sintéticas até as atividades de tecelagem e acabamento dessas fibras.

A tecelagem de ráfias (uma das atividades que formam a classe 13) é um segmento de desenvolvimento recente, e demanda um estudo cuidadoso sobre os métodos de produção, abastecimento das máquinas, organização do trabalho, controle de manutenção e outros campos, a fim de alavancar os índices de produtividade dessas indústrias.

A Zaraplast Cumbica, assim como as demais indústrias do setor, enfrenta essas dificuldades. Apesar de contar com profissionais com vasta experiência no setor e investir constantemente nas máquinas mais modernas (no segundo semestre de 2011 foram adquiridos 74 novos teares novos, dos mais modernos do mundo no momento), os indicadores ITO e IDO (utilizados para medir e comparar a produtividade) ainda são inferiores às empresas de classe mundial, resultado principalmente dos longos e frequentes períodos de paradas de máquinas.

## 1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

Como o produto da Zaraplast tem um baixo valor agregado, a diferenciação por preço é fundamental para a estratégia da empresa. Isso justifica a realização deste trabalho, com objetivo de aumentar a produção da tecelagem por meio da redução das paradas de máquinas. Numa situação na qual o volume de produção seja superior ao atual, a empresa poderá praticar preços inferiores aos dos seus concorrentes, garantindo uma maior fatia de mercado (market-share). Assim, o objetivo deste trabalho é aumentar a produção da tecelagem por meio da redução das paradas de máquinas.

A unidade de Cumbica da Zaraplast é a única do grupo que produz a linha de produtos de PP. Dentro da unidade, os produtos da linha de PE e os setores onde são processados têm muitos de seus aspectos gerenciados por um grupo corporativo. Portanto, a maior atenção da gerência está sempre com a linha de PP. Dos vários setores funcionais onde os produtos de PP podem ser processados, pode-se considerar a Tecelagem como o mais importante da fábrica. Este é o setor onde é feita a programação da fábrica. Em função dele, os setores clientes funcionam com programação empurrada (quando a tecelagem produz um lote de tamanho

definido de um tecido, este passa a ser processado no cliente), enquanto o setor de Extrusão de Ráfia funciona com programação puxada (definida a programação da Tecelagem, a Extrusão produz para atender às suas necessidades). A figura 1 ilustra o galpão onde estão localizados 92 dos 120 teares da Zaraplast.

**Figura 1 – Galpão da Tecelagem com 92 dos 120 teares do setor**

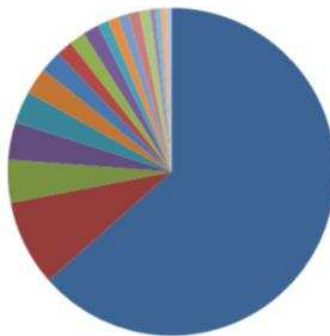


Fonte: Foto tirada pelo autor

A priorização da Tecelagem como o setor-chave também pode ser justificada pelo volume de máquinas em relação aos demais setores funcionais e pela quantidade de colaboradores envolvidos no seu processo em relação aos demais setores funcionais e administrativos. O gráfico 1 destaca a grandeza do setor em comparação aos demais a partir do número de máquinas, enquanto o gráfico 2 mostra sua importância em relação à quantidade de colaboradores.

**Gráfico 1 – Participação de cada setor funcional em relação ao total de recursos da unidade Cumbica**

**Participação dos setores funcionais em relação ao total de recursos da unidade Cumbica**



Setor funcional	Máquinas	Proporção	Setor funcional	Máquinas	Proporção
Tecelagem	120	63.5%	Extrusão Baby Lofil	2	1.1%
Corte-Costura	16	8.5%	Sanfonamento	2	1.1%
Corte-Solda	8	4.2%	Rebobinadeira	2	1.1%
Válvulas Automáticas PP	7	3.7%	Ad-Convertex	2	1.1%
Impressão	6	3.2%	Válvula PE	2	1.1%
Extrusão de Ráfia	5	2.6%	Recuperadora	1	0.5%
Extrusão PE	4	2.1%	Gofragem	1	0.5%
Laminação	3	1.6%	Tubeira	1	0.5%
Válvulas Manuais PP	3	1.6%	Inserção de Liner	1	0.5%
Tecelagem de alças	3	1.6%			

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

**Gráfico 2 – Participação de alguns grupos de setores funcionais em relação ao total de colaboradores da unidade Cumbica**



**Fonte: Gráfico elaborado pelo autor**

Nesse gráfico o setor acabamento inclui diversos setores funcionais menores, como Corte-Costura, Válvulas automáticas PP, Válvulas manuais PP, Ad-Convertex e Rebobinadeira o que diminui a importância de cada setor. Já o setor Extrusão de Ráfia funciona em esquema de turnos 6x2, o que significa que nem todos os funcionários trabalham diariamente na fábrica, aumentando ainda mais a diferença entre a Tecelagem e o segundo setor com mais colaboradores.

### 1.3 O GRUPO ZARAPLAST

A Zaraplast iniciou suas atividades em 1967 como uma das pioneiras da indústria de plástico no Brasil. Nessa época fabricava bobinas plásticas com e sem impressão utilizadas para embalar produtos alimentícios e outros. Ao longo dos anos ampliou suas atividades, oferecendo novos tipos de embalagens para aplicações em todos os segmentos industriais e de consumo. Atualmente oferece embalagens convencionais, laminadas, sacarias industriais de polietileno, sacarias de rafia e tecidos para big-bags. A empresa foi a primeira indústria brasileira de embalagem flexível a ter sua qualidade certificada pelas Normas ISO 9002.

No ano de 2013, o grupo Zaraplast incorporou sua sexta unidade fabril, localizada em Cajamar. Fora esta o grupo conta com duas unidades em São Paulo, uma em Cumbica (Guarulhos), uma em Extrema-MG e uma Montenegro-RS. O grupo também trabalha com três empresas coligadas: A ALTACOPPO (produz copos descartáveis de PP); a ALTAPLAST

(líder na produção de sacolas plásticas para atacadistas, hipermercados, entre outros clientes e produtos) e a DAVISO (maior fabricante latino-americana de lenços umedecidos).

Este trabalho será realizado na unidade de Cumbica, onde atualmente trabalham cerca de 900 funcionários nos setores administrativos e de produção. Vale destacar que esta é a maior das unidades próprias do grupo e é a única que produz as linhas de produtos de PP (sacarias de rafia e tecidos para big-bags), além de também produzir sacarias de PE.

#### 1.4 OS PRODUTOS

A Zaraplast fornece embalagens flexíveis para indústrias dos mais variados setores existentes no Brasil e nos países vizinhos. Os principais setores estão designados nos gráficos 3, 4 e 5, através das suas participações no faturamento da Zaraplast ao longo dos anos de 2011, 2012 e 2013 (até início de outubro).

**Gráfico 3 – Parcela de cada segmento de clientes sobre a produção do grupo Zaraplast no ano de 2011**



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

**Gráfico 4 – Parcela de cada segmento de clientes sobre a produção do grupo Zaraplast no ano de 2012**



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

**Gráfico 5 – Parcela de cada segmento de clientes sobre a produção do grupo Zaraplast nos três primeiros trimestres de 2013**



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

Para atender à necessidade desse variado conjunto de clientes, a equipe de desenvolvimento da Zaraplast trabalha em parceria a cada cliente, criando produtos inovadores que atendam às necessidades de cada aplicação. A Zaraplast trabalha com duas linhas de produtos principais, cada uma com várias subcategorias. As linhas são: produtos de polietileno (PE) e polipropileno (PP).

#### 1.4.1 Produtos de Polietileno (PE)

A linha de PE oferece produtos em formatos de folhas e em formatos de sacos. Ambos podem passar ou não por um processo de laminação (adição de uma segunda ou até terceira camada sobre o corpo do filme plástico). Para os produtos de PE, a principal função da laminação é garantir uma proteção adequada ou produto que o cliente acondicionará na embalagem. A laminação pode ser interna (quando a laminação é feita sobre a impressão, isolando a tinta entre duas camadas), externa (quando a laminação é feita no outro lado do filme impresso, mantendo a tinta exposta) ou até dupla laminação. Essa linha é produzida nas duas unidades de São Paulo, na unidade de Cumbica, na unidade de Montenegro-RS e, agora, na nova unidade de Cajamar. A figura 2 mostra exemplos dessas embalagens, enquanto a tabela 1 indica alguns dos principais clientes dessa linha de produtos e a categoria de produtos para as quais eles utilizam essa linha de embalagens.

**Figura 2 – Produtos da linha de PE**



Fonte: Figura elaborada pelo autor

**Tabela 1 – Clientes da linha de PE e aplicações das embalagens**

CLIENTE	APLICAÇÃO	CLIENTE	APLICAÇÃO
J. Macedo	Alimentos	Hipermercados	Alimentos, produtos de limpeza e higiene
Kraft (Nestle)	Alimentos	Procter e Gamble	Produtos de limpeza e higiene
Carbocloro	Agroquímicos	Friboi	Pouch (embalagem com vaco para acondicionamento de carne congelada)
Masterfoods	Ração		
Kgelo	Gelo	Sadia	Pouch

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

#### *1.4.2 Produtos de Polipropileno (PP)*

A linha de PP inclui produtos que passam por um processo produtivo mais complexo que os de PE. Enquanto os produtos de PE são geralmente extrudados em formato tubular com o diâmetro do saco do cliente ou suficiente para no final do processo cortar e rebobinar uma bobina em diversas bobinas menores iguais, os produtos de PP, após extrudados e cortados em tiras planas, passam por um setor de tecelagem onde essas tiras são costuradas em um tecido tubular com o diâmetro do saco do cliente. Esses produtos possuem maior resistência e são utilizados para embalar produtos que passam por condições de transporte e armazenagem mais bruscas.

Os produtos finais são sacarias e tecidos para big-bags. Assim como os produtos de PE, eles podem passar ou não por um processo de laminação. Porém a função da laminação é outra. Enquanto os sacos de PE são laminados após a impressão, com o objetivo de manter as propriedades do item a ser embalado, a laminação nas sacarias de PP tem como objetivo possibilitar uma impressão mais nítida no tecido. Por isso as sacarias convencionais são adequadas para casos onde o produto/cliente não exige uma impressão tão nítida.

Para os produtos/clientes mais finos, a Zaraplast desenvolveu uma linha de produtos que possibilita uma impressão ainda mais sofisticada. Estas embalagens são chamadas de Zaraplus e nenhuma outra empresa domina sua fabricação. O Zaraplus consiste em imprimir a arte do cliente em um filme de BOPP (Polipropileno biorientado), que será adicionado ao tecido no momento da laminação. Se geralmente a impressão é feita diretamente sobre a camada de laminação, para os produtos Zaraplus, um filme com a arte do cliente é adicionado sobre a camada de laminação, gerando um saco de três camadas de material com maior resistência e definição da arte. A figura 3 mostra, da esquerda para a direita, uma sacaria não laminada, uma sacaria laminada e um produto Zaraplus, possibilitando entender a diferença de qualidade de cada uma. A tabela 2 indica alguns dos principais clientes dessa linha de produtos e a categoria de produtos para as quais eles utilizam essa linha de embalagens. A linha de PP é produzida exclusivamente na unidade de Cumbica.

**Figura 3 – Produtos da linha de PP (sacaria não laminada, sacaria laminada e Zaraplus)**



Fonte: Fotos tiradas pelo autor

**Tabela 2 – Clientes da linha de PP e aplicações das embalagens/tecidos**

CLIENTE	APLICAÇÃO	CLIENTE	APLICAÇÃO
Raízen / Cosan	Açúcar	Braskem	Resinas químicas
Copersucar	Açúcar	Cromex	Resinas químicas
Itamarati	Açúcar	Sama	Agroquímicos (soda cáustica)
J. Macedo	Farinha / Farelo	Vale Fertilizantes	Fertilizantes
Alisul	Ração	NPK (Bunge) Fertilizantes	Fertilizantes
Conteflex	BIG BAGs	Destak	BIG BAGs

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

## 1.5 O MERCADO NO BRASIL

De acordo com a CNAE 2.0 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas), a atividade da Tecelagem pertence à seção C (Indústrias de Transformação), classe 13.23-5 (Tecelagem de Fios de Fibras Artificiais e Sintéticas). O serviço industrial corresponde ao PRODLIST-Indústria 1323.9010 (Serviço de tecelagem de fios de fibras ou filamentos artificiais ou sintéticos e serviços relacionados), enquanto as mercadorias produzidas atendem pelos códigos:

- **1323.2060:** Sacos, inclusive contentores flexíveis (big-bags) para tecelagem, de materiais textéis artificiais ou sintéticos quando integrados à tecelagem.
- **1323.2180:** Tecidos de fios de rafia ou lâminas sintéticas

A Zaraplast oferece essas duas categorias aos seus clientes. Seus tecidos de big-bags pertencem à primeira categoria, enquanto as sacarias convencionais e laminadas pertencem à segunda categoria. A tabela 3 contém os dados referentes à produção e venda dessas duas categorias de mercadorias, tirados de Produto (2011).

**Tabela 3 – Produção e venda de produtos das categorias 1323.2060 e 1323.2180**

Mercadoria	Número de informações	Produção de 2011		Vendas em 2011	
		Quantidade (kg)	Valor (R\$1.000)	Quantidade (kg)	Valor (R\$1.000)
<b>1323.2060</b>	35	286.217.410	943.704	276.275.481	709.084
<b>1323.2180</b>	15	48.286.196	702.830	34.534.720	261.652

**Fonte: Produto (2011)**

Para a segunda categoria, é difícil calcular a participação da Zaraplast dentro do total produzido no Brasil no ano de 2011, uma vez que a categoria inclui outros tipos de tecidos, com aplicações distintas dos tecidos de big-bags produzidos pela Zaraplast. Porém é possível estimar a participação da empresa quanto à primeira categoria (1323.2060). O gráfico 6 mostra o total de vendas da Zaraplast e sua fatia de mercado.

**Gráfico 6 – Participação da Zaraplast no mercado de materiais têxteis artificiais ou sintéticos em 2011**

### Participação no mercado de Sacos de materiais têxteis artificiais ou sintéticos



**Fonte: Gráfico elaborado pelo autor**

Esses dados indicam que a Zaraplast ocupa uma posição importante no mercado de sacos de materiais têxteis artificiais ou sintéticos quando integrados à tecelagem, sendo responsável por 5,1% das vendas durante o ano de 2011. Apesar de ocupar uma posição significativa, fica claro que ainda há espaço para crescimento. Para isso deve-se buscar aumentar o valor do cliente, o que inclui não apenas captar novos clientes, mas também conquistar uma participação maior nas compras de cada cliente.

## 1.6 O ESTÁGIO

O autor desse trabalho iniciou seu estágio na Zaraplast em janeiro de 2012. Inicialmente o estagiário foi alocado no departamento de engenharia de processos, onde ficou por dois meses e trabalhou com controle de inventário e elaboração de fichas de processo e de informativos de alteração de processo (IAP). Em seguida, o gerente industrial solicitou que o estágio fosse realizado junto a ele. Como estagiário da gerência industrial, as possibilidades de aprendizado e aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Produção foram vastamente alargadas.

Ao longo desses quase 2 anos de estágio, já foram realizadas atividades no Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), projeto de adequação do layout de fábrica, criação de indicadores de produtividade, formulários e planilhas automatizadas para controle da performance dos setores e de cada funcionário, estudos relacionados a controle da qualidade de processos, estudo de custos dos produtos finais de acordo com critérios de rateio baseados na velocidade de produção em cada etapa do processo, participação direta no projeto de instalação de silos para armazenagem de matéria-prima e resolução de vários problemas que surgem diariamente em uma fábrica desse porte. Além disso, o autor é o responsável por elaborar o fechamento mensal da fábrica, que inclui indicadores de produtividade e aparas de cada setor, indicadores específicos à linha de produtos de PE, à linha de PP e à fábrica como um todo e diagramas de pareto dos principais motivos de apara dos setores, documento que é usado como entrada para o programa Mzasp (nomenclatura interna para planos PDCA).

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta o setor das sacarias de rafia e seus desafios. Em seguida é apresentado o setor funcional da Tecelagem da Zaraplast Cumbica, que mostra-se o maior e mais importante dentro da unidade, o que justifica o objetivo deste trabalho. Há uma breve apresentação do grupo Zaraplast, com ênfase na unidade de Cumbica (onde é realizado o estágio do autor) e das linhas de produtos produzidas. Em seguida há uma breve análise do mercado nacional que precede a descrição do estágio do autor

O capítulo 2 contempla a revisão da literatura que fundamentará a elaboração das alternativas para resolução do problema. São apresentadas ferramentas importantes para determinação de um problema e suas causas raiz, além de conceitos produtividade e suas ferramentas de medida e apontamento no chão-de-fábrica. O autor também percorre diversos assuntos da engenharia de produção que possam contribuir para uma melhoria integrada da operação fabril, incluindo aspectos como Organização do Trabalho, Ergonomia, Manutenção e Planejamento, Programação e Controle da Produção.

O capítulo 3 começa com a definição do problema, passa pelo levantamento de dados necessário para identificar os mais importantes modos de paradas e termina com a análise das possíveis causas que geram essas paradas e o estabelecimento de metas para cada caso. A partir destas causas, os capítulos 4, 5 e 6 descrevem os planos de ação elaborados e, em alguns casos, já implementados para redução dos principais modos de paradas. O capítulo 7 contém uma breve conclusão sobre os resultados do trabalho.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para embasar teoricamente este trabalho, este capítulo expõe alguns campos importantes da ciência da administração da produção. Os primeiros tópicos levantam técnicas de análise de problemas, importantes para definir as causas raiz a serem atacadas. Na sequência é abordado o conceito de produtividade, destacando sua importância nos vários estratos da sociedade e apresentando técnicas e ferramentas utilizadas para análise de produtividade.

Os três últimos itens do capítulo trazem conceitos importantes para a resolução do problema das paradas de máquinas relevantes na empresa. Aspectos como organização do trabalho, ergonomia, manutenção e programação da produção são apresentados e explicados para fundamentar a elaboração de planos de ação na Tecelagem da Zaraplast.

### 2.1 ANÁLISE DE PROBLEMA

#### *2.1.1 Objetivos de desempenho: preço baixo e margem alta*

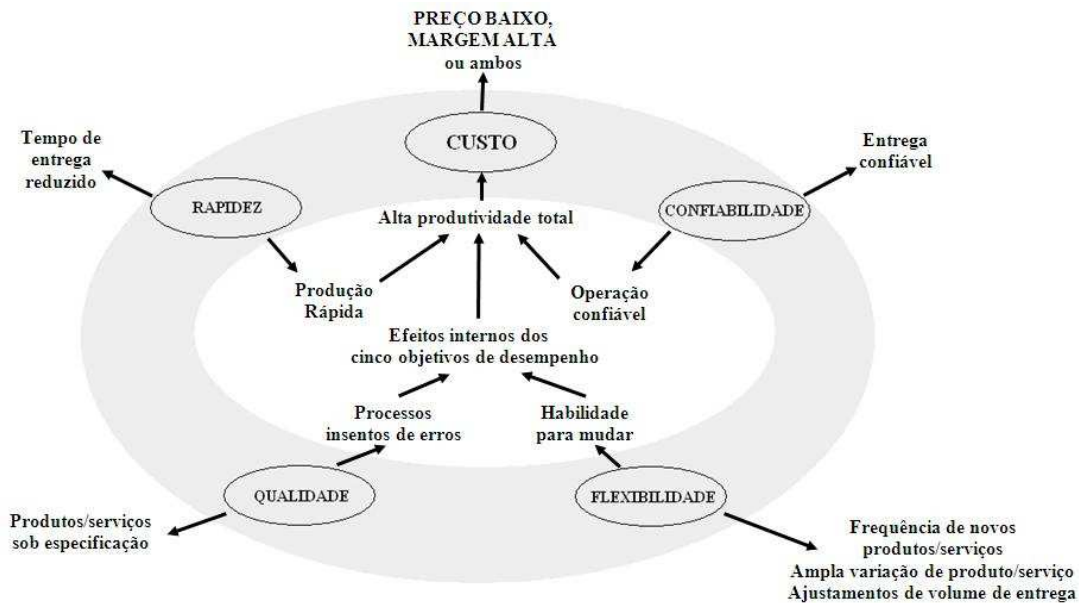
Segundo Slack et al. (2008), as pessoas que dirigem a produção precisam conhecer quais os objetivos de desempenho que garantem o sucesso da função produção. Esta função tem três papéis particularmente importantes:

- **Apoiar a estratégia operacional:** desenvolvendo objetivos e políticas apropriados aos recursos que administra
- **Implementar a estratégia empresarial:** transformar decisões estratégicas em realidade operacional
- **Impulsionar a estratégia empresarial:** fornecer os meios para a obtenção de vantagem competitiva

Uma função produção que realiza estes papéis contribui para o sucesso da organização onde está inserida. Para isso a produção deve cumprir com os cinco objetivos de desempenho básicos, citados por Slack et al. (2008). Cada segmento de empresas prioriza um ou mais objetivos, de acordo com as necessidades do seu mercado. Empresas que buscam aumentar

sua margem oferecendo preços baixos devem concentrar seus esforços no *objetivo custo*, que é afetado por todos os demais objetivos, conforme Figura 4.

**Figura 4 – Relação entre o objetivo CUSTO e os demais objetivos de desempenho**



Fonte: Slack et al. (2008)

### 2.1.2 Método para análise de problemas

Campos (1992) define um problema como o resultado indesejável de um processo, onde processo é um conjunto de “fatores de manufatura” (ou causas) que provocam um ou mais efeitos. Esses fatores são: matérias-primas, máquinas, medidas, meio ambiente, mão-de-obra e método. A nomenclatura processo pode ser atribuída ao processo total de fabricação ou para os processos menores que o compõem. Nesse caso, é mais fácil relacionar as causas-efeitos e, assim, agir sobre os problemas.

Campos (1992) sugere um método que possibilite ao gerente classificar e priorizar seus problemas, dividindo-os em um grande número de problemas menores e mais fáceis de serem resolvidos com o envolvimento das pessoas da empresa, além de priorizar e estabelecer metas concretas e atingíveis. Com base nesses conceitos, o autor deste trabalho seguirá um método composto de cinco fases:

- Identificação do problema
- Definição da fonte de dados

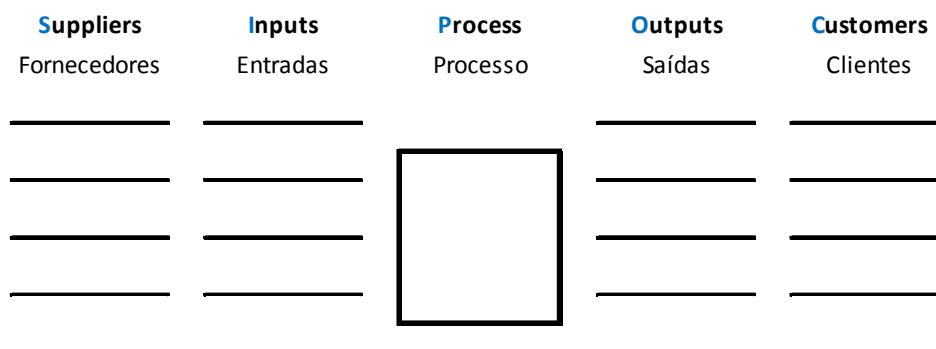
- Coleta de dados e priorização
- Busca das causas raízes
- Estabelecimento de metas

### 2.1.3 Ferramentas para análise de problemas

#### 2.1.3.1 O Modelo SIPOC

O modelo SIPOC é uma ferramenta fundamental na arte da melhoria e controle de processos por especificar o relacionamento de todas as informações e tangíveis que fazem parte do processo produtivo, conforme indicado na Figura 5. Esse conhecimento minucioso do processo é fundamental para todas as fases de um projeto de melhoria, incluindo a determinação do problema, coleta de dados, priorização e elaboração de planos de ação.

**Figura 5 – Modelo SIPOC para melhoria de processos**

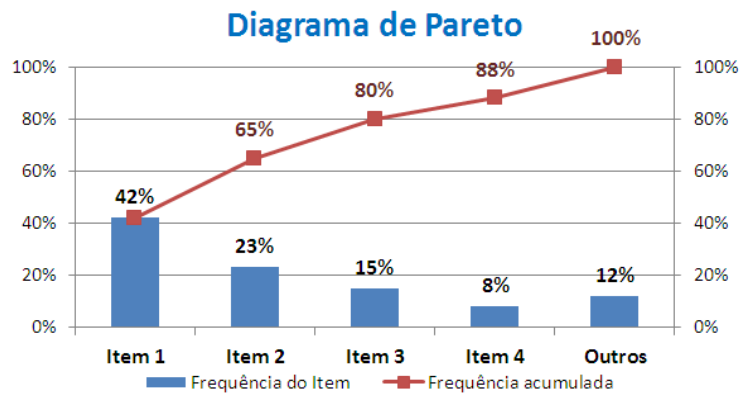


Fonte: Figura elaborada pelo autor

#### 2.1.3.2 O Diagrama de Pareto

Segundo Ramos (2009), o Diagrama de Pareto é uma forma de descrição gráfica aonde procura-se identificar quais itens são responsáveis pela maior parcela dos problemas. Esta ferramenta é geralmente utilizada como entrada principal para planos que buscam a melhoria contínua da manufatura, pois direciona os esforços na resolução dos maiores desperdícios.

Gráfico 7 – Diagrama de Pareto

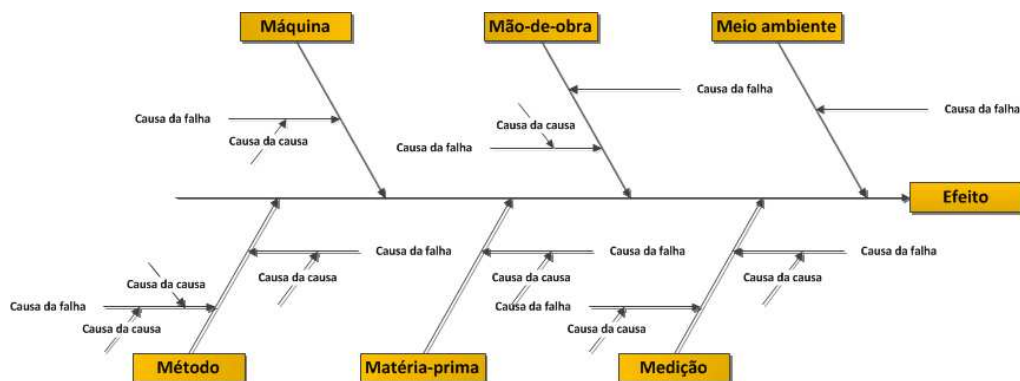


Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

### 2.1.3.3 O Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa-e-Efeito

Esta ferramenta permite que seja identificada uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas, classificando-as de acordo com as *causas principais de problemas* (6 M's): Mão de Obra, Materiais, Máquinas, Métodos, Meio Ambiente e Medição.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Figura elaborada pelo autor

## 2.2 PRODUTIVIDADE

### 2.2.1 Definição e abrangência

Kendrick (1993) define a produtividade como a relação entre saídas e entradas de trabalho ou outros recursos, em termos reais. A produtividade aumenta quando as saídas crescem mais rápido que as entradas usadas no processo de produção. Ainda segundo esse autor, a produtividade é um parâmetro importante em várias escalas, conforme mostra a

Tabela 4. Em última análise, o avanço da produtividade da nação, com todos os seus benefícios conexos, depende do aumento da produtividade de todos nós como indivíduos e das organizações no qual se trabalha.

**Tabela 4 – Importância da produtividade em vários níveis da sociedade**

Escala	Importância da Produtividade
<b>Global</b>	A melhoria da produtividade é essencial para eliminar a fome, a doença e a pobreza.
<b>Industrial</b>	O crescimento acima da média da produtividade leva a diminuições de custos e preços.
<b>Da Empresa</b>	A produtividade é fundamental para a rentabilidade e sobrevivência de qualquer setor. Empresas com produtividades acima da média conseguem um market-share cada vez maior, enquanto empresas com produtividades menores tendem a falir.
<b>Pessoal</b>	O aumento na produtividade de qualquer atividade realizada por uma pessoa é um fator importante para sua auto-realização.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Segundo Takahashi e Osada (1993), inúmeros elementos contribuem para o gerenciamento eficiente da fábrica na busca por um aumento de produtividade, independente dos tipos de produtos manufaturados. Nakajima (1989) ressalta que a busca pela maximização da produtividade de um sistema (relação saída/entrada) deve considerar todos esses elementos, sintetizados na Figura 7:

**Figura 7 – Elementos gerenciados na busca pela maximização da produtividade**

Entrada Saída	Investimento			Método
	Mão-de-obra	Máquinas	Matéria-prima	
Produção (P)	↓	↓	↓	Controle da Produção (PPCP)
Qualidade (Q)	↓	↓	↓	Controle da Qualidade
Custo (C)	↓	↓	↓	Controle do Custo
Distribuição (D)	↓	↓	↓	Administração de Estoques
Segurança / Ambiente (S)	↓	↓	↓	Segurança & Poluição
Moral (M)	↓	↓	↓	Relações Humanas
<b>Método</b>	Administração de Pessoal	Administração do Processo e da Manutenção	Administração do Inventário	$\frac{\text{Saída}}{\text{Entrada}} = \text{Produtividade}$ Metas das Atividades da Fábrica

Fonte: Nakajima (1989)

## 2.2.2 OEE – (Overall Equipment Effectiveness)

### 2.2.2.1 Definição e abrangência

Segundo Thurow (1993), os esforços para aumentar a produtividade devem começar por fazer a produtividade visível. Parmenter (2007) assume que isso pode ser feito através de medidas de desempenho, que tem por objetivos medir, informar e melhorar o desempenho. Kaydos (1999) enfatiza que sem essas medidas, os gerentes não podem realmente entender como os processos do seu negócio funcionam, os problemas dentro deles, e se as suas tentativas de melhorar o desempenho funcionaram como planejado. Mas nenhuma medida sozinha fornece uma visão completa da produtividade de uma organização. Por isso, vários índices podem ser combinados em um só para dar uma melhor avaliação, conforme prescreve Brown (1996). A partir desse princípio, com o advento da Manutenção Produtiva Total (TPM), foi desenvolvido o mais utilizado indicador entre as indústrias dos diversos setores: o OEE.

O OEE (Overall Equipment Effectiveness) combina três dos mais importantes aspectos relacionados à produtividade de qualquer indústria: a disponibilidade, a eficiência e a qualidade. Sua importância se dá por ele explicitar em quais pontos a gerência deve priorizar seus esforços em busca do aumento da produtividade. O OEE é considerado, então, uma ferramenta informativa e analítica.

### 2.2.2.2 Representação e Cálculo

Um tear que opera durante seis dias (8.640 minutos), e produz 26.000m de tecido aprovados e destinados ao próximo setor, pode ter sua produtividade definida e calculada conforme a Figura 8.

**Figura 8 – Cálculo da produtividade**

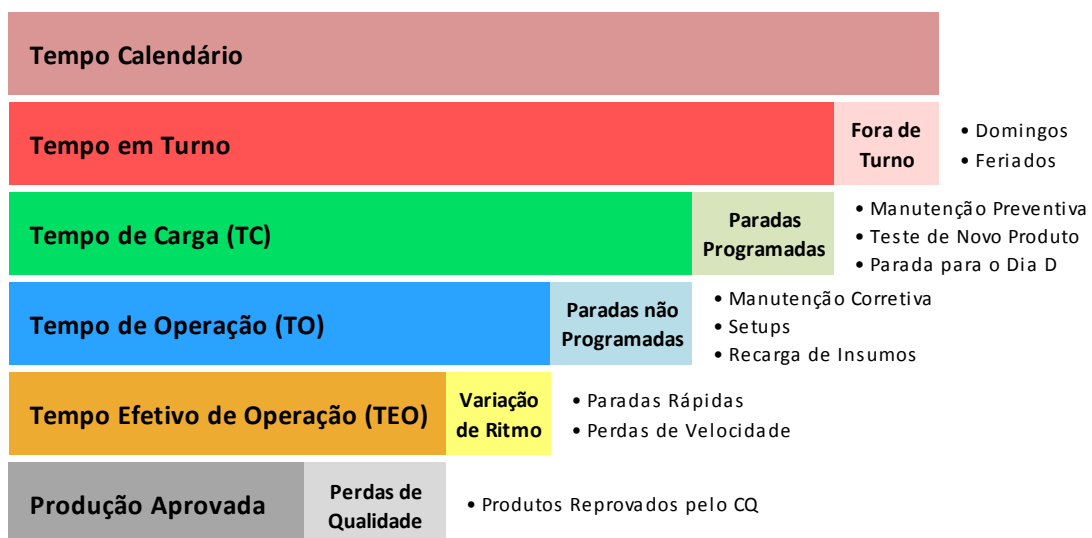
$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produção Aprovada}}{\text{Tempo Disponível}} = \frac{26.000 \text{ m}}{8.640 \text{ min}} = 3,01 \text{ m/min}$$

Fonte: Figura elaborada pelo autor

Apesar do cálculo estar correto e dar uma boa noção da produtividade do tear, esse número não é útil para indicar onde estão as maiores deficiências do recurso. Parte dessa valor baixo pode ser explicado pelas próprias características da máquina ou equipamento, que necessitam de paradas para manutenção preventiva que não devem ser consideradas para “baixar” a produtividade. Além disso, esse indicador não serve para comparações, uma vez que cada combinação “modelo tear x artigo produzido” apresenta diferentes capacidades de produção por tempo.

A Figura 9 representa graficamente a estrutura de tempos e perdas do OEE, além de dividir as perdas entre: paradas programadas, paradas não-programadas, variação de ritmo, perdas de qualidade e fora de turno (que geralmente não é considerada como perda, por este tempo fazer parte da estratégia de produção da empresa).

**Figura 9 – Estrutura de tempos e perdas do OEE**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Essas classificações possibilitam uma análise mais eficiente dos recursos, uma vez que é possível dividir as perdas em três tipos diferentes, calculados por indicadores específicos. O produto dos indicadores resulta no OEE, mas quando calculados corretamente, os indicadores específicos auxiliam na identificação das principais causas de perdas, facilitando a elaboração de planos de ação para melhoria da produtividade. Os três indicadores (representados na Tabela 5) são:

- **ITO (Índice de Tempo Operacional):** Calculado a partir da razão entre o Tempo de Operação e o Tempo de Carga, esse indicador mede a disponibilidade do recurso, quantificada pelo grau de ocorrência de Paradas não Programadas.
- **IDO (Índice de Desempenho Operacional):** Calculado a partir da razão entre o Tempo Efetivo de Operação e o Tempo de Operação, esse indicador mede a performance do recurso ou o aproveitamento da capacidade de produção máxima do recurso no tempo que esteve produzindo.
- **IQ (Índice de Qualidade):** É uma medida da qualidade do processo, quantificada pela proporção de Produtos Aprovados dentro do total produzido.

**Tabela 5 – Cálculo do OEE e dos indicadores que o compõem**

<b>INDICADOR</b>	<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>
Índice de Tempo Operacional (ITO)	$\text{ITO} = \frac{\text{TO}}{\text{TC}}$
Índice de Desempenho Operacional (IDO)	$\text{IDO} = \frac{\text{TEO}}{\text{TO}}$
Índice de Qualidade (IQ)	$\text{IQ} = \frac{\text{Produtos Aprovados}}{\text{Produção Total Realizada}}$
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	$\text{OEE} = \text{ITO} * \text{IDO} * \text{IQ}$

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Com esses indicadores em mãos, o gerente pode analisar onde a empresa deve investir, se em ações que lhe garantam melhorias no ITO, no IDO, no IQ, ou talvez em uma combinação desses aspectos. Segundo Nakajima (1989), os índices desejáveis são: Índice de Tempo Operacional (ITO): superior a 90% ; Índice de Desempenho Operacional (IDO): superior a 95%; Índice de Qualidade (IQ): superior a 99%. Nesse caso, o rendimento operacional global (OEE) seria superior a 85%.

### 2.2.2.3 Dificuldade no cálculo do OEE

Como fica claro, o cálculo do OEE é muito complexo e depende principalmente de um apontamento preciso sobre os status dos recursos e do controle do material reprovado pela má qualidade. Em alguns setores do meio industrial, essa parcela referente à qualidade é muito difícil de ser controlada. Isso ocorre porque um produto que visualmente pode ser classificado como “conforme”, pode ser reclassificado como “não conforme” em uma etapa posterior do processo de produção.

Essa dificuldade é enfrentada pela Zaraplast. No mês de maio de 2013, foram apontados 33.033kg de aparas (material não conforme) no setor de tecelagem. Porém 10.037kg foram causados por desvio de qualidade do produto intermediário produzido no setor fornecedor. Da mesma forma, no mês de maio foram apontados nos outros setores 1.800kg de aparas por má qualidade da tecelagem. Considerando que parte desses 1.800kg foram produzidos em meses anteriores e estavam no estoque, e que nos próximos meses ainda devem ser identificados outros não conformes que ainda estão aguardando no estoque para serem utilizados na próxima etapa do processo, fica claro que não é simples determinar um valor preciso do Índice de Qualidade (IQ).

Em consequência dessa dificuldade, a Zaraplast utiliza um OEE simplificado, calculado pelo produto apenas dos indicadores ITO e IDO. Esse indicador é chamado internamente de OEEZ. Para não desconsiderar a qualidade da produção, em paralelo ao controle do OEEZ, a Zaraplast controla também o percentual de apara. Esse fator é calculado através do seguinte quociente:

**Figura 10 – Cálculo do fator de apara na unidade Cumbica**

$$\% \text{ Apara} = \frac{\text{Todo o material apontado na fábrica como apara originada no setor}}{\text{Produção realizada no mesmo período}}$$

**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

### 2.2.3 O Sistema MES

De acordo com Nakajima (1989) e com a Manufacturing Execution System Association (MESA International), um Manufacturing Execution System (ou “sistema de execução e controle da fábrica”, conhecido como MES) é um sistema de chão-de-fábrica orientado para a melhoria de desempenho que complementa e aperfeiçoa os sistemas integrados de gestão (planejamento e controle) da fábrica.

Um MES coleta e acumula informações do realizado no chão-de-fábrica e as realimenta para o sistema de planejamento. Ele supre o planejador de informações coordenadas e detalhadas dos eventos no chão de fábrica, na medida em que ocorrem. A importância do MES, portanto, desdobra-se nos seguintes aspectos:

- **Controle:** O MES faz a realimentação dos dados de produções realizadas para que possam ser feitas comparações com o planejado e elaborar ações corretivas em caso de não conformidade. É com este módulo também que as ordens de produção podem ser rastreadas e gerenciadas durante sua execução (ao longo das várias operações pelas quais tenha que passar).
- **Liberação e alocação:** Ao usar o MRP II, o plano de produção sugerido parte de certos pressupostos (como índices definidos previamente de produtividade ou de eficiência no processo de alocação de recursos) que devem ser garantidos para que de fato o plano sugerido seja viável em termos de capacidade e materiais. Um bom processo de liberação de ordens e alocação de recursos deve ser feito (sendo isso de responsabilidade do MES) para que esses pressupostos tenham maior probabilidade de ocorrer na realidade. As principais funcionalidades dos módulos de MES disponíveis atualmente incluem:
  - Gerência dos lotes de produção;
  - Gestão detalhada de recursos, incluindo sequenciamento, liberação e monitoramento de equipamentos;
  - Alocação e coordenação de recursos humanos e ferramental;
  - Rastreabilidade

Com base na ampla variedade de funções disponíveis, com destaque para a *gestão detalhada de recursos*, o MES é uma ferramenta de grande importância no âmbito gerencial. Em paralelo com a avaliação dos indicadores formadores do OEE, é possível determinar detalhadamente onde e quando ocorrem as maiores causas de perdas de disponibilidade e performance.

## 2.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

### 2.3.1 Organização Máquina

Desde que continuemos a exigir produtos e serviços baratos e por isso necessariamente padronizados, e desde que as pessoas continuem a ser mais eficientes do que máquinas para fornecê-los e continuem querendo fazer isso, então a organização máquina continuará conosco (MINTZBERG, 2006, p. 295).

Nesse trecho do seu livro, Mintzberg (2006) associa a necessidade de produzir com custos baixos ao que ele chama de Organização Máquina. Estas são geralmente grandes empresas que se ajustam à produção em massa e, para isso, apresentam algumas características muito bem definidas, como:

- Ambiente estável obtido por meio de contratos de fornecimento de longo prazo ou pela integração vertical (empresa estende sua cadeia de produção tornando-se seus próprios fornecedores e seus próprios clientes)
- Operadores geralmente realizam tarefas simples e repetitivas
- Gerentes de linha intermediária trabalham com analistas (tecnoestrutura) com objetivo de planejar e controlar o trabalho dos operadores
- Coordenação do trabalho por meio de padronização dos processos de trabalho
- Especialização do trabalho e treinamento visando padronizar as habilidades de um operador para realização de sua função (geralmente muito restrita)

Apesar de ser a estrutura ideal para redução de custos na produção em massa, a Organização Máquina traz alguns problemas atrelados à sua natureza:

- Tarefas padronizadas e reguladas tiram a iniciativa do homem e destroem o significado do trabalho em si. Nessas organizações verifica-se absentéismo excessivo, alta rotatividade de trabalhadores e até sabotagem direta, fatores que acabam causando perda de produtividade
- Qualquer mudança de estratégia requer um planejamento formal para elaborar e operacionalizar programas de ação específicos para só então chegar aos objetivos de rotina. Essas mudanças de estratégias devem ser orientadas por planejadores que identifiquem padrões e avaliem estratégias de concorrentes para possível adoção modificada.

### *2.3.2 Redefinição de uma operação*

A gestão de recursos produtivos objetiva a eliminação de perdas e a melhoria contínua nos processos produtivos. Estes conceitos são interligados e significam que nada desnecessário deve ser feito e que as melhorias nos processos produtivos representam um objetivo constante.

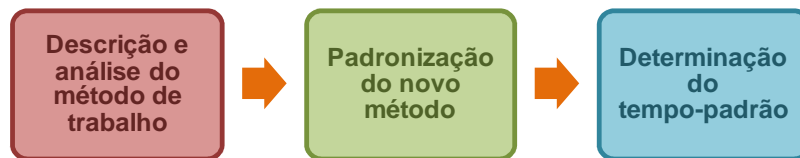
Segundo Antunes Junior et al. (2008), a concepção da Toyota de analisar os mecanismos da função produção (MFP) a partir de uma noção de rede apoiada na lógica das perdas das fábricas, desenvolvida por Ohno e Shingo, é materializada em uma série de princípios e técnicas, entre eles, o desenvolvimento de uma operação padrão, a partir da noção de tempos e métodos de Taiichi Ohno.

O estudo de tempos e métodos, também conhecido pelos termos Engenharia de Métodos, é definido segundo Barnes (1977) como um estudo sistemático dos sistemas de trabalho com o objetivo de tornar uma determinada operação eficiente e padronizada. Este estudo é dado através do desenvolvimento e padronização de um método melhorado de realizar a operação, determinação do tempo gasto para realizá-la e orientação ao treinamento do trabalhador no método desenvolvido. (RANGEL et al., 2010, p. 2)

De acordo com Shingo apud Guedes (2009), uma operação compreende uma ação desempenhada por um indivíduo, uma máquina ou um equipamento tanto nas matérias-primas, quanto nos produtos intermediários e acabados. Uma das opções de redesenhar uma

operação é através de uma nova divisão do trabalho, com objetivo de produzir mais e melhor com o menor esforço, uma vez que, baseada na especialização das funções, o número de objetivos sob os quais o operador deve dar atenção passa a ser menor. A redefinição do padrão da operação passa por três fases principais, descritas na Figura 11.

**Figura 11 – Fases da redefinição do padrão de uma operação**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Após descrever qual o trabalho a ser feito, a fase de padronizar a operação trata de dividir a operação em trabalhos específicos, descrevendo-os detalhadamente. Finalmente, determina-se o tempo padrão que uma pessoa ou equipe qualificada e treinada gasta para realizar a atividade. O método mais utilizada para medição do trabalho humano é a cronometragem. Deve-se destacar que a eficácia desse método depende do treinamento dado ao indivíduo ou equipe.

### 2.3.3 Aspectos ergonômicos do trabalho

Dejours (2004) define o trabalho como a unidade de três realidades: a atividade de trabalho, as condições e o resultado da atividade. O autor afirma que a principal função da ação ergonômica é transformar o trabalho, buscando situações que ao mesmo tempo que alcancem os objetivos econômicos das empresas não alterem a saúde dos operadores. Isso ocorre porque, segundo Guérin (2001) e Doppler (2007), assim como o trabalho pode ser um gerador de saúde, ele também pode ser um constrangimento patogênico

Portanto, a concepção de qualquer operação deve atentar para não supervalorizar os objetivos econômicos das empresas em detrimento da saúde dos operadores. Nesse sentido, Béguin (2007) ressalta a importância de se realizar testes antes de redesenhar uma nova operação, uma vez que os operadores podem sofrer alguns constrangimentos difíceis de serem previstos.

## 2.4 MANUTENÇÃO

### 2.4.1 Conceito e importância

A conservação de bens é uma prática comum desde os primórdios da civilização. Mas foi somente no século XVI, com o advento das primeiras máquinas têxteis a vapor, que o termo *Manutenção* surgiu. Máquinas e outros equipamentos industriais podem ser fabricados, modificados e receber manutenção de modo a poderem funcionar quase indefinidamente, sem perda de tempo devido a paralisações imprevistas. “Porém, quando as máquinas não recebem manutenção adequada, por melhor que tenham sido projetadas ou construídas, elas estarão frequentemente paradas” (HARMON, 1993, p. 15).

Seguindo o mesmo raciocínio, Taiichi Ohno chegou à conclusão de que jamais faz sentido econômico substituir uma máquina, em lugar de sua manutenção permanente. Ele escreveu: “Se a manutenção adequada tiver sido feita, a substituição por uma máquina nova nunca é barata, mesmo que a manutenção da antiga acarrete algumas despesas” (OHNO e MITO apud HARMON, 1993, p. 95).

Porém se não for seguido um plano de manutenção, os “problemas podem ser tão graves que a única solução efetiva é uma restauração completa, substituindo-se todos os componentes gastos e fazendo-os incorporar os mais recentes recursos das máquinas mais novas produzidas pelo seu fabricante” (HARMON, 1993, p. 424). Nakajima (1989) ressalta que uma empresa que despreza os critérios preconizados pela manutenção está conscientemente diminuindo a vida útil das suas máquinas.

Em termos operacionais, Harmon (1993) classifica os problemas gerados pela manutenção ineficiente como o segundo principal obstáculo que os fabricantes enfrentam para atender seus clientes nos prazos combinados, perdendo apenas para as entregas atrasadas dos fornecedores. Por isso, McNair e Stasey apud Harmon (1993), apontam a manutenção preventiva e a limpeza como os primeiros passos da verdadeira melhoria da fábrica.

Provada a importância da manutenção em termos estratégicos e operacionais, é importante analisar a evolução do processo de manutenção ao longo do desenvolvimento industrial e as várias estratégias que podem ser aplicadas para as diferentes necessidades.

### 2.4.2 Evolução e abrangência

Segundo Kardec apud Manfredini (2009), a partir de 1930 a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações, descritas na Figura 12.

**Figura 12 – Três gerações da função Manutenção**



**Fonte:** Figura elaborada pelo autor

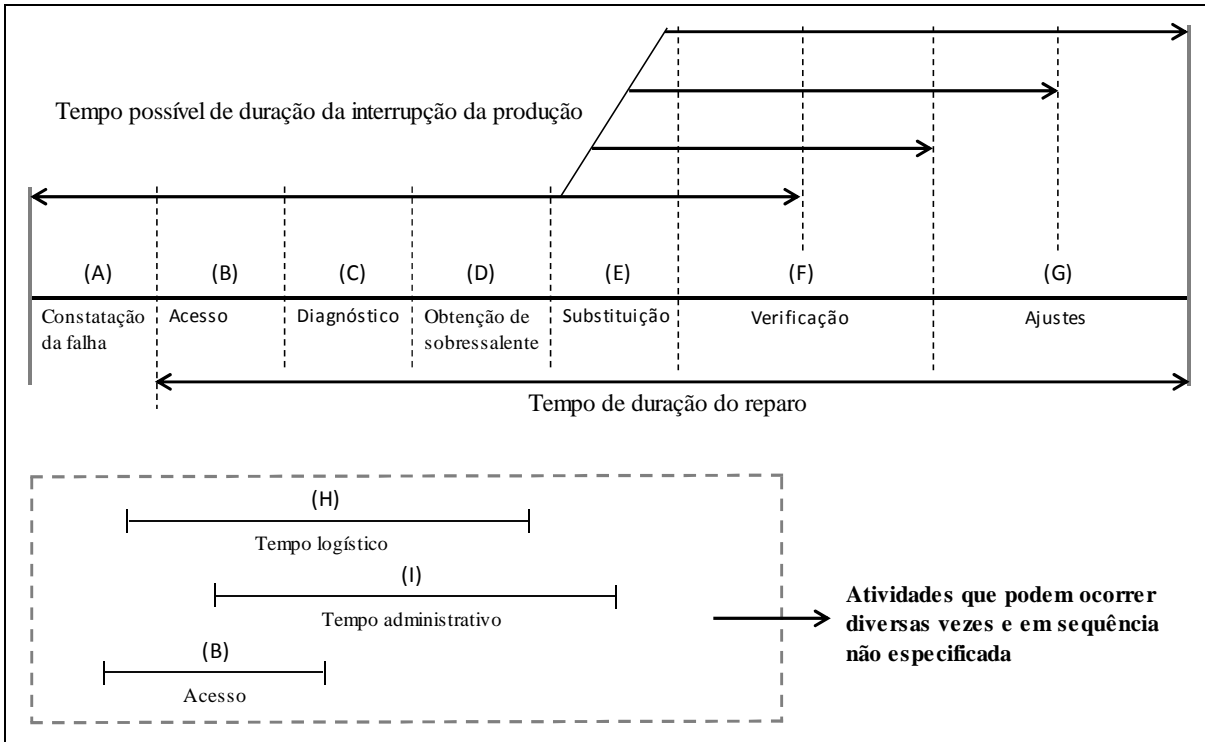
Apesar dessa evolução histórica que abrange o surgimento de novos modelos de gestão da manutenção, as práticas das primeiras gerações ainda ocupam papel fundamental nas empresas de hoje. Jaramillo apud Lima, Santos e Sampaio (2010) afirma que as práticas de manutenção estão divididas em camadas que obedecem uma hierarquia, isto é, os níveis superiores se apóiam na efetividade dos níveis inferiores. Os cinco níveis por ele citados são: Manutenção Planejada (mais básico); Manutenção Pró-Ativa; Maturidade Organizacional; Gestão da Confiabilidade e Gerência de Ativos (nível mais maduro).

### 2.4.3 Tempo de Interrupção da Produção

A dependência entre os modelos de gestão existentes ocorre pois todos eles buscam um objetivo comum: manter a confiabilidade e reduzir os tempos de interrupção da produção

das máquinas. A Figura 13 ilustra os elementos que compõem o tempo de interrupção da produção e o tempo de reparo.

**Figura 13 – Elementos que compõem o tempo de interrupção da produção e o tempo de reparo**



Fonte: Vaz (2010)

Como este trabalho de formatura busca reduzir as paradas de máquinas na Tecelagem, a elaboração de planos de ação eficientes depende do entendimento dos vários tempos que compõem a interrupção da produção. A Tabela 6 contém o detalhamento de todos estes tempos.

**Tabela 6 – Descrição dos elementos que compõem o tempo de interrupção da produção e o tempo de reparo**

<b>Elemento</b>	<b>Descrição</b>	Contribui para o tempo de interrupção da produção?
<b>A – Constatação da Falha</b>	Tempo até que a condição de falha se torne evidente	Sim
<b>B – Acesso</b>	Período entre a constatação e o contato com pontos de teste, dando condições para início do diagnóstico (considera apenas remoções de tampas e proteções da máquina, não engloba as viagens e deslocamentos)	Sim
<b>C – Diagnóstico</b>	Localização da falha, através da realização dos testes e interpretação da informação obtida, decidindo qual a ação de correção	Sim
<b>D – Obtenção de Sobressalente</b>	Tempo para comprar ou fabricar as peças	Sim
<b>E – Substituição</b>	Remoção da peça antiga e instalação da nova, depende das características da máquina e do projeto de conectores	Sim
<b>F – Verificação</b>	Período para verificar se a condição de falha foi eliminada e que o sistema está em condições operacionais	Não integralmente
<b>G – Ajustes</b>	Tempo de ajustes e regulagens necessários após a instalação de novo módulo	Não integralmente
<b>H – Tempo Logístico</b>	Tempo de espera de recursos (peças, equipamentos ou mão de obra)	Sim
<b>I – Tempo Administrativo</b>	Período para planejar como será feita a intervenção e registrá-la	Sim

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Em um ambiente complexo, onde pode ocorrer paradas em várias máquinas ao mesmo tempo, o objetivo da manutenção deve ser minimizar o tempo total de interrupção da produção. Nesse caso, se percebe-se que uma máquina pode parar por uma falha com impacto forte (longo tempo de reparo ou deterioração de parte do equipamento), mesmo que haja outro recurso parado por um motivo simples, convém solucionar primeiro aquele que ainda não parou e, assim, reduzir o prejuízo total.

#### 2.4.4 O objetivo e os serviços do departamento de manutenção

Segundo Vaz (2010), o desafio do mantenedor é garantir a maior disponibilidade das máquinas para a produção, otimizando a produtividade do próprio departamento de manutenção. Para garantir a disponibilidade das máquinas deve-se eliminar a ocorrência de paralisações imprevistas, o que exige a execução de um plano de manutenção, baseado na realização de serviços de manutenção preventiva.

*Manutenção Preventiva* é uma intervenção realizada em períodos regulares para substituir as peças antes que ocorra uma falha (Vaz, 2010). Esse serviço busca manter as condições de operação das máquinas reduzindo a ocorrência de paralisações imprevistas. Uma vez que estas ocorram, torna-se necessário a realização da manutenção corretiva.

*Manutenção Corretiva* é a intervenção realizada em caráter emergencial, num período onde a máquina devia estar em produção mas não está devido à ocorrência de uma falha. (Vaz, 2010).

Para cumprir com a segunda parte do seu desafio (otimizar a produtividade do próprio departamento de manutenção), a manutenção deve buscar a utilização máxima de seus recursos (peças e pessoas). Uma peça trocada antes do fim da sua vida útil ou um serviço prestado quando a máquina ainda opera de maneira eficiente são exemplos de subutilização dos recursos. Para evitar esses desperdícios, deve-se implementar os serviços de manutenção preditiva.

*Manutenção Preditiva* é a intervenção realizada de acordo com o estado real do equipamento, percebido através da verificação de elementos determinados (temperatura, vibração, nível de ruído, etc.) durante a operação (Vaz, 2010). É uma manutenção preventiva de caráter proativo, pois exige uma postura ativa dos envolvidos na manutenção e na produção.

## 2.5 PROGRAMAÇÃO

### 2.5.1 Conceito e importância

Como pode ser identificado na Figura 7 do item 2.2.1, um dos elementos que devem ser gerenciados em busca de uma produtividade adequada é o Controle da Produção, feito pelo PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção). Como será visto no capítulo 3, um dos principais modos de paradas da Tecelagem é a falta de matéria-prima. Em consequência, um dos temas abordados nesse trabalho de formatura será a Programação do setor de Extrusão (fornecedor interno da Tecelagem).

Segundo Correa, Giansesi e Caon (2001), a necessidade de planejamento deriva da inércia intrínseca dos processos decisórios. Esta inércia é entendida como o tempo que necessariamente tem de decorrer desde que se toma determinada decisão até que a decisão tome efeito. Dessa definição, fica clara a importância de sistemas de planejamento cada vez mais eficientes. Lustosa et al. (2008) diz que os sistemas de PCP (Planejamento e Controle da Produção) evoluíram como fruto da evolução da própria ciência da administração, desde os esforços de Frederick W. Taylor e Henri Fayol, na primeira década do século XX, até os dias de hoje. Duas definições válidas podem auxiliar o entendimento do conceito de planejamento:

- Planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro
- Planejar é projetar um futuro que é diferente do passado, por causas sobre as quais se tem controle

Ainda segundo Lustosa et al. (2008), o planejamento hierárquico é desenvolvido em níveis, entre os quais normalmente se consideram o estratégico, o tático e o operacional. Cada nível orienta e restringe, sucessivamente, o planejamento do nível imediatamente inferior. A Tabela 7 mostra os níveis hierárquicos de atuação do PCP, o horizonte de planejamento, a função realizada e o produto de cada fase.

**Tabela 7 – Níveis hierárquicos, horizontes de planejamento, funções e produtos do PCP**

<b>NÍVEL HIERÁRQUICO</b>	<b>HORIZONTE DE PLANEJAMENTO (Tubino, 2007)</b>	<b>FUNÇÃO REALIZADA (Tubino, 2007)</b>	<b>PRODUTO DESENVOLVIDO (Lustosa et al. 2008)</b>
<b>Nível Estratégico</b>	Longo Prazo	Planejamento Estratégico da Produção	• Plano de Produção
<b>Nível Tático</b>	Média Prazo	Planejamento-mestre da Produção	• Plano-mestre da Produção
<b>Nível Operacional</b>	Curto Prazo	Programação da Produção	• Emissão, sequenciamento e liberação de ordens de compra/fabricação/montagem
		Acompanhamento e Controle da Produção	• Relatório de Avaliação de Desempenho

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

### 2.5.2 Classificações de sistemas produtivos

O grau de complexidade de cada uma das funções descritas no item anterior dependerá do tipo de sistema produtivo dentro do qual o PCP está agindo. A Tabela 8, mostra as mais comuns classificações de sistemas de produção, de acordo com Lustosa et al. (2008).

**Tabela 8 – Classificações dos sistemas de produção**

<b>TIPO DE CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Grau de padronização dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos Padronizados</li> <li>• Produtos sob medida ou personalizados</li> </ul>
Tipo de operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos contínuos (larga escala)</li> <li>• Processos discretos</li> <li>• Repetitivos em massa (larga escala)</li> <li>• Repetitivos em lote (flow shop, linha de produção)</li> <li>• Por encomenda (job shop, layout funcional)</li> <li>• Por projeto (unitária, layout posicional fixo)</li> </ul>
Ambiente de produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Make-to-stock (MTS)</li> <li>• Assemble-to-order (ATO)</li> <li>• Make-to-order (MTO)</li> <li>• Engineer-to-order (ETO)</li> </ul>
Fluxo dos processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos em linha</li> <li>• Processos em lote</li> <li>• Processos por projetos</li> </ul>
Natureza dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bens</li> <li>• Serviços</li> </ul>

**Fonte: Lustosa et al. (2008)**

Lustosa et al. (2008) ainda destaca a diferença entre os possíveis ambientes de programação, citados na Tabela 9:

**Tabela 9 – Ambientes de programação do PCP**

<b>AMBIENTES DE PROGRAMAÇÃO</b>	• Máquina única
	• Máquinas em paralelo
	• Máquinas em série ou fluxo
	• Oficinas de máquinas

**Fonte: Lustosa et al. (2008)**

Segundo Tubino (2007), outro fator importante para definição da estratégia do PCP é a previsão de demanda. Elas são utilizadas nas decisões referentes ao planejamento dos recursos de produção (planejamento da capacidade), às metas de produção e estoques (planejamento agregado da produção) e às prioridades de produção e expedição de produtos (programação e controle da produção).

Deve-se diferenciar os itens de demanda dependente dos itens de demanda independente. Itens de demanda independente necessitam de uma previsão de demanda, baseada nas características de mercado, é o caso dos produtos acabados. Itens de demanda dependente são os componentes e matérias-primas utilizados no processo, e têm sua demanda calculada a partir da demanda dos produtos acabados. “O conceito de demanda dependente fundamenta a técnica de Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP – Material Requirements Planning)” (LUSTOSA et al., 2008, p. 51).

Também distingui-se ambientes de programação empurrada de ambientes de programação puxada. Enquanto num ambiente de programação empurrada a produção visa o suprimento de um estoque estimado, que após produzido define as programações dos próximos setores, nos casos de programação puxada existe uma demanda real que gera prazos bem definidos para atendimento das necessidades de material.

### 2.5.3 O MRP

O MRP é um sistema utilizado para planejamento da necessidade de materiais que considera de forma integrada o planejamento da produção e o estoque. O MRP busca garantir a disponibilidade de insumos quando estes forem necessários, além de minimizar os lead

times e níveis de estoque. O modelo foi desenvolvido na década de 60 do século passado, com objetivo de aproveitar a capacidade de armazenagem e de processamento de dados (demanda, produção, estoques, estrutura de produtos etc.), que surgiu com a introdução da informática nas empresas, para exercer as funções de programação da produção.

Resumidamente, o resultado esperado de um sistema MRP é a emissão e sequenciamento ideal das ordens de compra/fabricação/montagem de modo a garantir fluidez no processo produtivo. Isto é, garantir o máximo de utilização dos recursos e o cumprir os prazos definidos no plano-mestre de produção. Segundo Lustosa et al. (2008), Tubino (2007), Correa, Gianesi e Caon (2001), para chegar nesse nível de eficácia, o MRP necessita das seguintes entradas que serão detalhadas na sequência:

- Programa mestre de Produção
- Estrutura do produto
- Posição dos estoques
- Lead-times de fabricação

#### 2.5.3.1 Programa mestre de Produção (MPS)

O MPS direciona o MRP com uma programação de produtos acabados, informando quando (quantidade) e quando (prazo) estes devem ser produzidos e entregues. Nesse caso, “a inclusão da demanda de produtos acabados gera as necessidades de produtos intermediários a serem comprados ou fabricados através de um sistema MRP” (TUBINO, 2007, p. 9).

#### 2.5.3.2 Estrutura do Produto

“A estrutura do produto define a quantidade de componentes (subconjuntos ou módulos) necessários à produção de cada unidade do produto” (LUSTOSA et al., 2008, p. 147). Tubino (2007) destaca a importância do relacionamento do PCP com a Engenharia de Produto, uma vez que eles, ao desenvolver os produtos, elaboram a lista de materiais com suas devidas quantidades. Correa, Gianesi e Caon (2001) enfatizam o cuidado necessário para não desconsiderar a relação de nenhum item com seus itens-pai (aqueles que o consomem).

Dada essa importância, Lustosa et al. (2008) e Tubino (2007) apontam a revisão do projeto do produto como possível causa para ineficiências do MRP. É necessário garantir alta acurácia nos registros de estrutura dos produtos, para não apontar necessidades falsas que levariam a faltas/excessos de alguns materiais.

### 2.5.3.3 Posição dos Estoques

“Estoques são recursos importantes no planejamento e controle da produção, pela independência que conferem às etapas do processo produtivo” (LUSTOSA et al., 2008, p. 77). Essa independência se explica uma vez que o processo 2 não precisa parar caso o processo 1 seja interrompido.

Com a popularização do Modelo Toyota de Produção (ou lean production), muito se fala sobre as vantagens de trabalhar com “estoque zero”. Entretanto, esse é um dos últimos estágios que uma empresa alcança na busca por uma maior produtividade. Para a maioria das empresas, os estoques ainda são peça-chave no processo. A Tabela 10 traz alguns exemplos onde a independência garantida pelos estoques foi observada por alguns autores:

**Tabela 10 – Independência garantida pelos estoques, segundo vários autores**

<b>Vantagens em trabalhar com Estoques</b>	<b>Harmon e Peterson (1991)</b>	<b>Harmon (1993)</b>	<b>Nakajima (1989)</b>	<b>Lustosa et al. (2008)</b>	<b>Tubino (2007)</b>	<b>Correa, Gianesi e Caon (2001)</b>
Redução de custos de setup e aumento da disponibilidade dos recursos			✓	✓	✓	✓
Equilíbrio entre oferta e demanda que funcionam a ritmos diferentes	✓		✓	✓		
Paradas das máquinas por avarias que demandam manutenção		✓	✓			
Precaução contra produtos de má qualidade		✓	✓			
Flexibilidade no atendimento aos clientes				✓		
Tempos de produção longos demais	✓					
Falta de coordenação informacional entre fases do processo						✓

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Harmon e Peterson (1991) destacam a exatidão da posição de estoques como crucial no processo de planejamento. Segundo Correa, Gianesi e Caon (2001, p.112), o conhecimento fiel sobre a situação presente é requisito básico para um bom processo de planejamento e o

“impacto da falta de acurácia dos dados de estoque é, em grande número de casos, letal para sistemas MRP”. Em outras palavras, é necessário um controle do inventário, ou descrição minuciosa dos itens em estoque.

Lustosa et al. (2008) chama atenção à necessidade de garantir uma armazenagem segura, flexível e de baixo custo, com aproveitamento das três dimensões do local e fácil identificação do produto. Para Harmon e Peterson (1991), um caminho para conseguir essa armazenagem adequada é utilizar área amplas, claras, abertas e acessíveis.

#### 2.5.3.4 Lead-times de fabricação

Por fim, tendo em mãos as demandas independentes, as árvores dos produtos e as posições atuais dos estoques, cabe ao programador conhecer os lead-times de fabricação (ou montagem, ou compra) de cada subitem. Segundo Tubino (2007), para realizar essa função, o PCP pode utilizar informações da Engenharia de Processos (velocidades nominais de cada item nos diferentes recursos) e do próprio PCP, através dos Relatórios de Avaliação de Desempenho dos mesmos itens em produções passadas.

### 3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROBLEMA

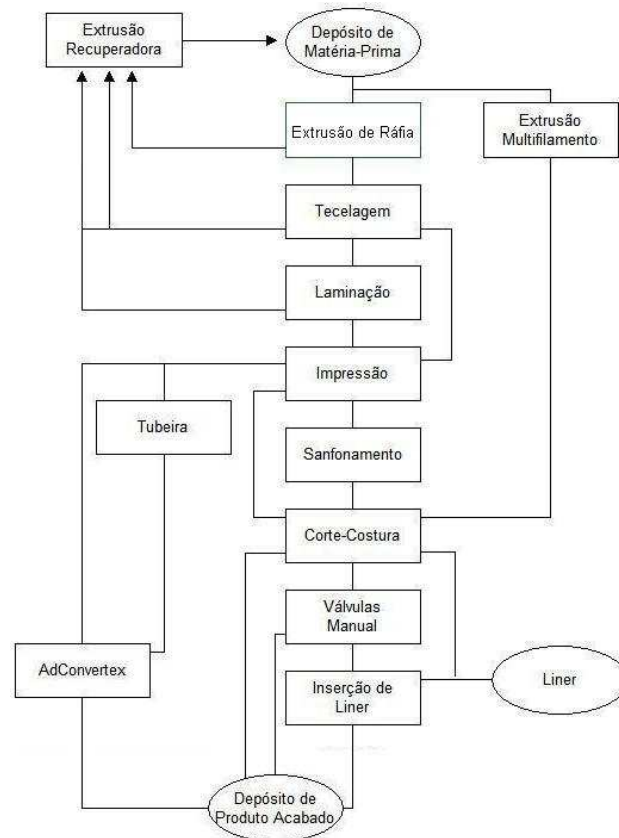
Para realização deste trabalho o autor utilizou dados extraídos do sistema MES, que além de fornecer os valores dos indicadores que compõem o OEE, tem grande importância pela função *gestão detalhada do recurso*. Por meio dos apontamentos realizados na rotina diária da produção, o sistema emite relatórios com o histórico de ocorrências de cada recurso, incluindo tempos de produção, paradas para manutenção, setup ou outros motivos cadastrados pela Engenharia de Processos da fábrica. Esses relatórios foram fundamentais para identificação dos principais motivos de paradas que influenciam no atual nível de produtividade do setor.

Além desses relatórios, o autor utilizou algumas ferramentas de controle da qualidade para identificar as causas raiz que causam as paradas e, assim, elaborar planos de ação coerentes com a situação atual do setor, descritos nos capítulos 4, 5 e 6 deste trabalho.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO PRODUTIVO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Para atender às mais diversas necessidades dos clientes da linha de PP, a Zaraplast oferece diversas opções de montagem das suas sacarias (laminadas e não). Para isso, a fábrica contém um amplo leque de máquinas agrupadas em setores funcionais, ordenados conforme fluxograma representado na Figura 14. Nota-se que a Tecelagem é o segundo e último setor por onde todos os produtos acabados devem passar. A partir dela, a especificação do produto determina qual conjunto de operações deve ser realizado.

**Figura 14 – Fluxograma de processo da linha de PP na unidade Cumbica**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Um tear circular é composto por diversas partes responsáveis pela transmissão do material, por garantir o tensionamento ideal dos fios, pela formação do tecido no formato tubular e, finalmente, pela transmissão do tecido e seu embobinamento no eixo adequado. Os produtos intermediários utilizados no processo são as tramas (ráfias inseridas no sentido perpendicular à formação do tecido e fixadas nas lançadeiras) e os urdumes (ráfias inseridas da direção de crescimento do tecido, fixados nos discos das gaiolas). A formação do tecido pode ser dividida basicamente em três partes:

- Desbobinamento dos urdumes das gaiolas e transporte até a parte central do tear
- Formação do tecido através da inserção dos fios de trama localizados nas lançadeiras (6 ou 8 dependendo do modelo do tear) alternadamente antes ou depois de cada fio de urdume (entrelaçamento das tramas)
- Transmissão do tecido e embobinamento (alguns teares ainda apresentam uma estrutura capaz de abrir o tecido, fazendo com que a bobina produzida tenha um tecido plano e não tubular)

Assim como em qualquer outra atividade industrial, deve-se garantir as melhores condições de limpeza, lubrificação, controle do desgaste das peças (cintas, alavancas, lançadeiras, buxas e outros), regulagem de parafusos (das alavancas, dos suportes superiores das cintas e dos rolos de ajuste das lançadeiras e controle dos parâmetros de operação (como tensão, potência, corrente, temperatura do motor, etc.). No caso dos teares circulares isso se torna difícil, uma vez que ele possui uma quantidade enorme de componentes, incluindo algo como 250 parafusos nos conjuntos “cintas-alavancas” e mais 100 nas lançadeiras, o que faz necessário o cumprimento de planos de manutenção onde todos os componentes devem ser trocados, ajustados ou recuperados.

No início do ano de 2012 a unidade de Cumbica da Zaraplast passou dois meses sem um gerente industrial. Nesse período, um dos dois diretores e proprietários da empresa, que até então se fixava basicamente na matriz localizada no bairro do Limão em São Paulo, passou a frequentar a unidade de Cumbica pelo menos duas vezes na semana, acompanhando de perto a rotina de produção da fábrica.

Além de acompanhar os indicadores de produção através do sistema MES corporativo, o diretor pôde participar das reuniões diárias de produção e ouvir diretamente dos encarregados sobre os mais recorrentes problemas operacionais. Nesse período, nos primeiros 4 meses de 2012, os indicadores ITO e IDO do setor foram de 75,9% e 82,8% respectivamente (o que resulta num OEEZ de 62,8%), comprovando a deficiência do setor, quando comparados aos valores sugeridos por Nakajima (1989), que sugere um valor acima de 90% para o ITO e um valor acima de 95% para o IDO como os desejáveis. A Tabela 11 mostra os tempos para o primeiro quadrimestre do ano de 2012.

**Tabela 11 – Tempos e Indicadores referentes ao primeiro quadrimestre de 2012**

<b>Tempo (h) / Indicador</b>	<b>jan/12</b>	<b>fev/12</b>	<b>mar/12</b>	<b>abr/12</b>	<b>Quadrimestre</b>
<b>Tempo de Carga</b>	49.029,0	51.687,0	72.528,0	67.270,0	240.514,0
<b>Tempo de Operação</b>	33.989,0	40.964,0	58.382,0	49.169,0	182.504,0
<b>Tempo Efetivo de Operação</b>	28.591,0	35.144,0	48.066,0	39.326,0	151.127,0
<b>ITO</b>	69,3%	79,3%	80,5%	73,1%	75,9%
<b>IDO</b>	84,1%	85,8%	82,3%	80,0%	82,8%
<b>OEEZ</b>	58,3%	68,0%	66,3%	58,5%	62,8%

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

O diretor pediu ao autor desse trabalho, que havia começado o estágio há pouco mais de dois meses, uma atenção especial sobre esse setor. Segundo ele, era importante aumentar a produtividade e o volume de produção da fábrica, o que possibilitaria ao departamento de vendas oferecer os produtos a preços menores, conquistando um maior market-share.

O aumento da produtividade no setor de Tecelagem, além de resultar em um volume de produção maior, ainda possibilitaria à Zaraplast atender seus clientes com mais rapidez e reduzir o estoque de produtos intermediários entre um setor e outro. Essa redução se justifica pois os setores clientes aguardam a formação de um lote mínimo de bobinas produzidas na tecelagem para então processá-las, minimizando as perdas de setup. Se a tecelagem produz mais rápido, os tempos de espera são reduzidos, assim como os estoques.

### 3.2 DEFINIÇÃO DA FONTE DE DADOS

Segundo Campos (1992), a análise de um problema deve envolver a participação do máximo de pessoas, que possam colaborar com perspectivas diferentes sobre a situação abordada. O modelo SIPOC confirma a importância de uma análise abrangente, ao especificar o relacionamento de todas as informações e tangíveis que fazem parte do processo produtivo, conforme Figura 5.

Baseado nesses conceitos, o autor passou algumas semanas vivenciando a produção da Tecelagem no chão de fábrica, quando realizou uma série de atividades (listadas na Tabela 12), que contribuíram para o entendimento da operação de tecelagem e da relação do setor com as demais partes da fábrica.

**Tabela 12 – Métodos utilizados para entendimento do setor de Tecelagem**

<b>Métodos utilizados para entendimento do setor de Tecelagem</b>
• Levantamento das partes que compõem o tear e suas respectivas funções
• Observação direta da operação no setor em diferentes dias/períodos
• Leitura do procedimento do setor de Tecelagem
• Conversas com o encarregado, líderes e operadores do setor de Tecelagem
• Conversas com o encarregado, líderes e operadores do setor fornecedor: Extrusão de Ráfia
• Conversas com o encarregado, líderes e operadores dos clientes internos diretos: Impressão, Laminação e Expedição
• Conversas com responsáveis dos setores de apoio: Manutenção, Controle de Qualidade e PPCP

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

O primeiro resultado importante foi perceber que não seria eficaz utilizar separadamente os indicadores ITO e IDO como ferramentas para buscar as causas raiz da baixa produtividade do setor. Por definição, o IDO (Índice de Desempenho Operacional) considera as variações de ritmo do recurso. Essas variações são perdas resultantes de *períodos nos quais o recurso trabalha com velocidade reduzida* e de *paradas curtas* (abaixo de um tempo padrão, definido por cada empresa). Já as paradas acima desse tempo, são consideradas no cálculo do ITO (Índice de Tempo Operacional). Independente do tempo padrão definido por cada empresa, todas as paradas são consideradas quando os dois indicadores são multiplicados para cálculo do OEE.

Na Zaraplast, o tempo padrão é de dois minutos. Em consequência disso, há modos de paradas que influenciam os dois indicadores, como é o caso da quebra de fio. Essa falha pode ser solucionada em um minuto, sendo considerada no cálculo do IDO. Porém, há casos onde a quebra de fio pode levar até quinze minutos para ser tratada, influenciando na redução do ITO. Ao entender essa situação, o autor percebeu que o mais adequado seria utilizar os relatórios do sistema MES para identificar os principais motivos de paradas apontados, considerando o tempo total de interrupção da produção gerado por cada motivo.

### 3.3 COLETA DE DADOS E PRIORIZAÇÃO

O autor utilizou o MES para elaborar um relatório com todas as paradas ocorridas entre os dias 1 de Março e 30 de Abril de 2012. A nomenclatura de cada *status* representa os modos de paradas. Alguns nomes indicam as causas das paradas (como troca de bobina ou atraso de ônibus), outros apenas o que é feito para resolvê-la (como manutenção corretiva ou troca de trama/urdume) . Não foram considerados os status “fora de turno” e “paradas indefinidas”, uma vez que ambos não colaborariam na busca pelas mais importantes causas de paradas. A Tabela 13 ordena todos os status de paradas, além de identificar a que grupo cada status pertence (classificação feita internamente para atividades gerenciais).

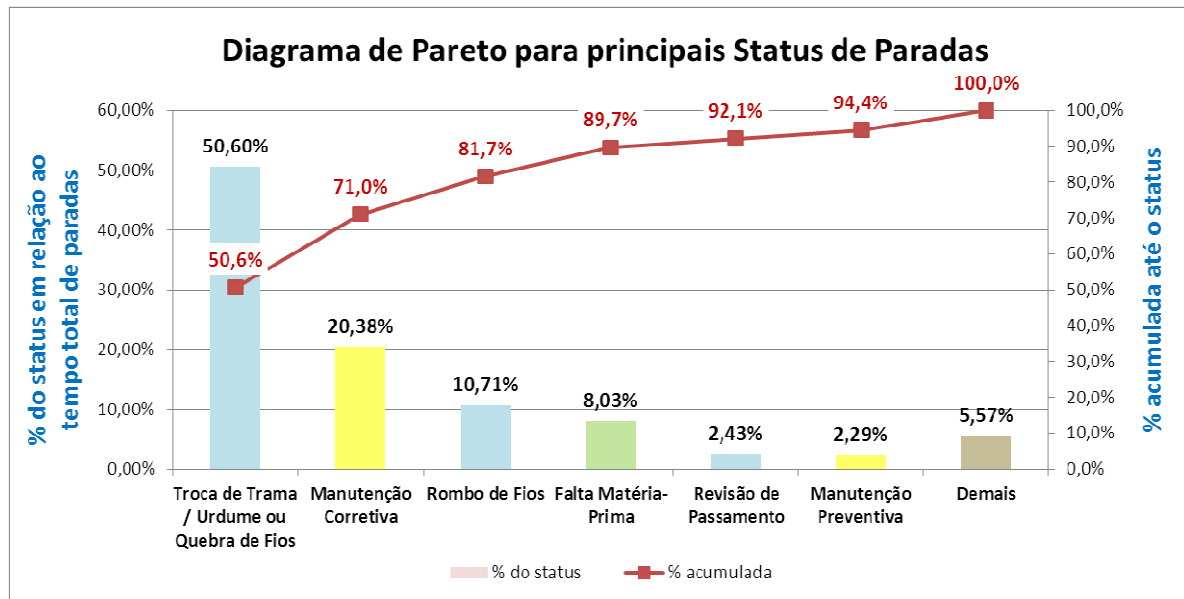
Tabela 13 – Tempos de paradas de máquinas entre 1 de Março e 30 de Abril de 2012

Grupo de Status	Status de Recurso	Tempo Total de Parada	% do total de paradas	% acumulada
Processo	Troca de Trama / Urdume ou Quebra de Fios	10.701,5	50,60%	50,6%
Manutenção	Manutenção Corretiva	4.309,7	20,38%	71,0%
Processo	Rombo de Fios	2.264,4	10,71%	81,7%
Materiais	Falta Matéria-Prima	1.697,7	8,03%	89,7%
Processo	Revisão de Passamento	514,7	2,43%	92,1%
Manutenção	Manutenção Preventiva	484,1	2,29%	94,4%
Setup	Setup/Acerto	281,8	1,33%	95,8%
Mão de Obra	Sem Operador	247,3	1,17%	96,9%
Manutenção	Troca de Acessórios	243,3	1,15%	98,1%
Manutenção	Aguardando Peças/Ferramentas	158,8	0,75%	98,8%
Manutenção	Regulagem de Acessórios	69,7	0,33%	99,2%
Processo	Troca de Bobina	64,9	0,31%	99,5%
Manutenção	Aguardando Manutenção	26,3	0,12%	99,6%
Manutenção	Limpeza de Acessórios	16,0	0,08%	99,7%
Manutenção	Revisão da Gaiola	16,0	0,08%	99,7%
Desenvolvimento	Amostras Desenvolvimento	10,8	0,05%	99,8%
Falta de Energia	Falta de Energia	10,4	0,05%	99,8%
Mão de Obra	Atraso de Ônibus	6,3	0,03%	99,9%
Materiais	Aguardando Tubos / Tubetes	4,7	0,02%	99,9%
Manutenção	Lixar Rolos Passagem	4,6	0,02%	99,9%
Manutenção	Instalação de Equipamento	3,2	0,01%	99,9%
Programação	Terceirização / Saco de 2ª	3,1	0,01%	99,9%
Programação	Sem Programação	2,6	0,01%	100,0%
Mão de Obra	Reuniao / Treinamento	2,2	0,01%	100,0%
Materiais	Problema Material Tecido	2,0	0,01%	100,0%
Manutenção	Manutenção Predial Corretiva	1,3	0,01%	100,0%
Manutenção	Limpeza de Máquina	1,2	0,01%	100,0%
Setup	Setup de Amostra	1,0	0,00%	100,0%
Setup	Reacerto de Máquina	0,9	0,00%	100,0%
Materiais	Problema com Tubo	0,3	0,00%	100,0%
Programação	Aguardando Especificação	0,3	0,00%	100,0%

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Com os tempos de paradas de cada status apontado, o autor elaborou um Diagrama de Pareto com os mais impactantes, conforme Gráfico 8.

Gráfico 8 – Diagrama de Pareto para os principais modos de paradas entre 1 de Março e 30 de Abril de 2012



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

O princípio do diagrama de Pareto diz que apenas 20% das causas são responsáveis por até 80% dos efeitos negativos. Como se pode verificar, os três mais importantes modos de paradas presentes no diagrama representam 81,7% das paradas de máquinas, o que justifica um enfoque na redução deles para aumentar a produtividade e a produção da Tecelagem. Porém, como dois deles (*Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fios* e *Rombo de Fios*) fazem parte de um mesmo grupo de status e ações que contribuem para a redução do modo *Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fios* também contribuem para o modo *Rombo de Fios*, o autor achou oportuno tratar a primeiro modo de parada, o segundo e o quarto. Essa combinação resulta em 79% das paradas e o acréscimo das paradas de *Falta de Matéria-Prima* pode enriquecer o trabalho tornando-o mais interdisciplinar, ao incluir conceitos e métodos do campo do Planejamento, Programação e Controle da Produção, um dos mais importantes para um Engenheiro de Produção.

### 3.4 BUSCA DAS CAUSAS RAIZ

Segundo Ramos (2009), após identificar os itens responsáveis pela maior parcela dos problemas (muitas e longas paradas de máquinas), deve-se procurar as relações significativas entre cada item e suas causas. Determinar as principais causas de cada modo de paradas é uma

atividade-chave para formular planos de ação eficientes. Nos próximos itens, o autor procura identificar as possíveis causas dos três modos de paradas a serem tratados: *Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fios, Manutenção Corretiva e Falta de Matéria Prima*.

### 3.4.1 Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fios

No setor de tecelagem, cada tecelão é responsável por operar até 4 teares e fazer os devidos apontamentos sobre cada máquina em alguns computadores localizados no meio do setor. Como as paradas curtas são muito frequentes, o procedimento da Tecelagem exige que os tecelões façam o apontamento imediato apenas nos casos de paradas acima de quinze minutos de duração. Paradas menores entram no sistema como *Paradas a Definir* e são apontadas posteriormente (no final do turno ou do dia) por um encarregado específico, que classifica todas essas *Paradas a Definir* segundo o status *Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fio*.

Consequentemente, o tempo de paradas encontrado nesse status (10.701,5 horas, conforme Tabela 13) é composto por três modos de paradas: *paradas para troca de trama, paradas para troca de urdume e paradas por quebras de fios*. Cada modo será analisado separadamente.

#### 3.4.1.1 Troca de Trama

Como foi detalhado no item 3.1, as tramas são as ráfias ‘inseridas’ no tecido pelas lançadeiras, localizadas na base do tear. A área onde as rocas de tramas são fixadas restringe o tamanho das rocas a um diâmetro máximo 12cm. Uma roca deste tamanho é suficiente para produzir até 40 minutos antes que seja necessário carregar uma roca nova.

Para reduzir estas paradas, a Zaraplast possui 2 extrusoras de rafia com bobinadeiras automáticas. Este recurso garante que todas as tramas saiam da extrusão com um diâmetro determinado e constante para os lotes de aproximadamente 180 rocas. Essa uniformidade garante a redução das paradas para troca de trama, uma vez que as 6 ou 8 rocas de trama

(varia de acordo com os modelos de teares) devem acabar ao mesmo tempo e o tecelão troca todas em uma parada só. Essa é a alternativa utilizada nas empresas que buscam minimizar as paradas para troca de trama. Como estas paradas são menos frequentes e mais curtas que as paradas para troca de urdume ou por quebras de fios, este item não será tratado neste trabalho.

#### 3.4.1.2 Troca de Urdume

Como foi detalhado no item 3.1, os urdumes são as ráfias inseridas no sentido longitudinal da formação do tecido tubular. Eles ficam nas duas gaiolas, e variam entre 340 até 620 fios para tecidos de sacaria e de 700 até 2334 fios para tecidos de big-bags. Uma roca de urdume pode durar de 5 a 10 dias (de acordo com a estrutura do tecido e com o modelo do tear) até ser necessário substituí-la por uma roca nova.

O operador deve estar atento à situação das rocas de urdume, pois se uma roca acabar e a ponta do fio for puxada para a parte central do tear (onde ocorre a formação do tecido) ocorre uma falha na qual essa ponta de fio se enrola na lançadeira e causa o rompimento e emaranhamento de muitos fios (de 10 até 100 fios). Essa falha é chamada de *rombo* e pode demandar até 4 horas para ser solucionada por um mecânico de linha (os tecelões não são treinados para resolver problemas de rombos, já que isto exigiria que eles deixassem de lado os outros teares que operam). Como há apenas um mecânico de linha para cada 30 teares e estes são responsáveis também por outras funções, um rombo pode causar uma parada de até 8 horas no tear. Para evitar que isto ocorra, muitas vezes o operador troca um urdume que ainda poderia durar 40 minutos ou mais em máquina, gerando grande quantidade de apara.

A troca de urdume também gera outras perdas no processo. Para um caso onde os urdumes duram 6 dias e o tecido é composto de 600 fios de urdume, haverá uma média de 100 trocas de rocas de urdume por dia. Além do tempo das trocas, a necessidade de trocar urdumes faz com que o operador necessite subir e descer do tear e andar do primeiro ao último tear operado para verificar a situação dos urdumes, trocar as tramas e resolver outros problemas que possam ocorrer. A não preocupação com este caráter ergonômico do trabalho gera uma atividade muito desgastante, que diminui a atenção e o tempo de resposta do tecelão para resolver quaisquer problemas que ocorram durante a produção.

Considerados todos esses aspectos, o autor, junto à liderança do setor de Tecelagem e os gerentes da fábrica, decidiram por tratar o problema da troca de urdume como uma das prioridades no ano de 2013. O primeiro passo para tratar este problema é identificar a causa dessas paradas e do caráter não ergonômico da atividade. Segundo as classificações de Ramos (2009) para as causas principais de um problema (6M's), é possível identificar o *método* da operação como a causa dessas paradas: os teares são carregados com rocas de urdume de tamanhos aleatórios, que podem acabar a qualquer momento, o que exige muita atenção do tecelão e gera muitas pequenas paradas. A Figura 15 ilustra a gaiola de um tear, na qual é possível verificar a presença de rocas maiores e menores, que precisam ser trocadas antes do término do material.

**Figura 15 – Gaiola de um tear com rocas de urdume de tamanhos aleatórios**



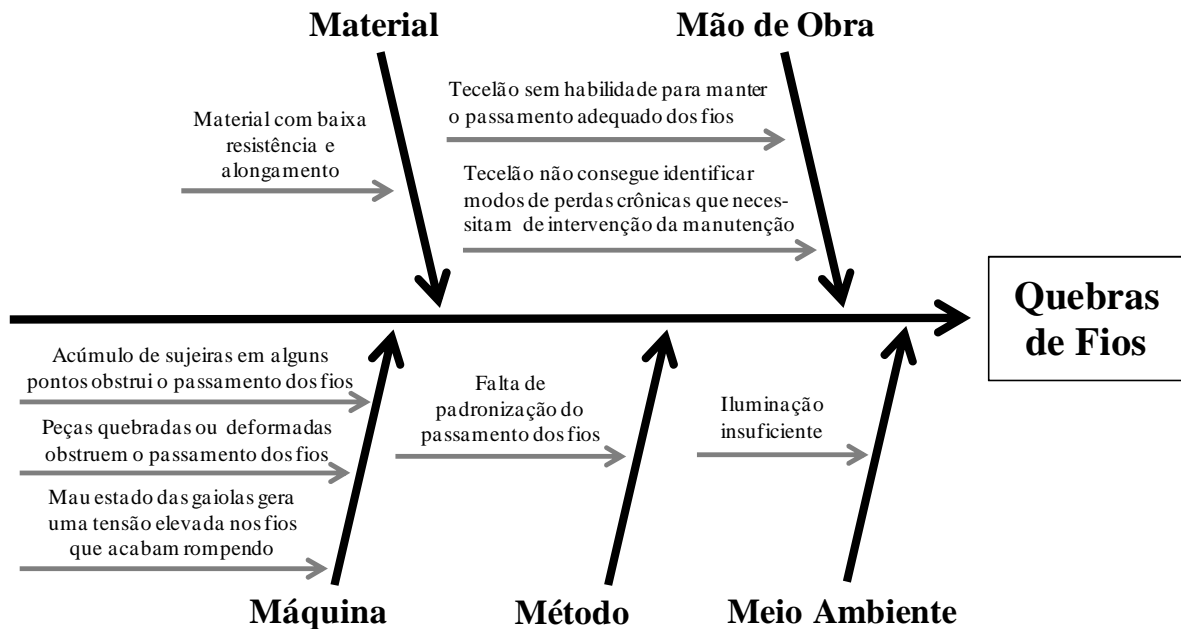
**Fonte: Foto tirada pelo autor**

#### 3.4.1.3 Quebra de Fios

A quebra de fios é outro dos mais importantes modos de paradas na Tecelagem. As quebras podem ocorrer em qualquer parte do caminho percorrido pelos fios de urdume entre as gaiolas e a formação do tecido na base do tear. O tear volta a produzir quando o tecelão identifica onde ocorreu a quebra e faz a emenda das duas pontas resultantes do rompimento. O diagrama de Ishikawa da Figura 16 identifica as possíveis causas para ocorrência de uma

quebra de fio, segundo a classificação das seis causas principais apresentadas por Ramos (2009).

**Figura 16 – Diagrama de Ishikawa para as paradas por quebras de fios**



Fonte: Diagrama elaborado pelo autor

Após levantadas as causas que podem gerar quebras de fios, o autor conversou com os tecelões, mecânicos e encarregados para avaliar a influência de cada uma. Além de medir a influência das causas com notas de 1 (poucas quebras são consequência da causa) a 10 (muitas quebras ocorrem pela causa), cada uma foi associada a um setor facilitador, aquele que seria o principal responsável pelo tratamento da causa. A Tabela 14 mostra essa análise, enquanto a Tabela 15, em seguida, ordena os setores através da soma das notas atribuídas as causas sob responsabilidade do setor.

**Tabela 14 – Causas que geram quebras de fios, influência e setor facilitador de cada uma**

<b>Causa</b>	<b>Influência nas ocorrências de quebras de fios</b>	<b>Setor facilitador</b>
Material com baixa resistência e alongamento	3	Extrusão de Ráfia
Tecelão sem habilidade para manter o passamento adequado dos fios	4	Tecelagem
Tecelão não consegue identificar modos de perdas crônicas que necessitam de intervenção da manutenção	8	Tecelagem
Acúmulo de sujeiras em alguns pontos obstrui o passamento dos fios	7	Tecelagem
Peças quebradas ou deformadas obstruem o passamento dos fios	9	Manutenção
Mau estado das gaiolas gera uma tensão elevada nos fios que acabam rompendo	9	Manutenção
Falta de padronização do passamento dos fios. Passamento cruzado gera forças de cisalhamento entre os fios, que acabam rompendo.	5	Tecelagem
Iluminação insuficiente	2	Gerência

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

**Tabela 15 – Influência total das causas associadas a cada setor facilitador**

<b>Setor facilitador</b>	<b>Soma das notas das influências das causas relacionadas ao setor</b>
Tecelagem	24
Manutenção	18
Extrusão de Ráfia	3
Gerência	2

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Com esses dados, verifica-se que as principais causas das quebras de fios são de responsabilidade da própria Tecelagem e do departamento de Manutenção. As causas associadas a esses setores podem ser resumidas em dois pontos principais:

- ✓ Peças e partes do tear não recebem manutenção adequada
- ✓ Falta de participação e capacitação do tecelão para identificar casos de perdas crônicas, manter a limpeza da máquina e passamento adequado dos fios

### 3.4.2 *Manutenção Corretiva*

Como citado no item 2.4.1, Harmon (1993) afirma que máquinas que não recebem manutenção adequada estarão frequentemente paradas. Na Tecelagem da Zaraplast, alguns serviços de manutenção preventiva são realizados periodicamente, seguindo um cronograma definido. Outros serviços, seja por falta de colaboradores ou falta de um procedimento adequado, são realizados apenas de maneira corretiva, gerando tempos de interrupção maiores do que seriam se realizados de maneira preventiva.

Além dessa ineficiência na realização dos serviços de manutenção preventiva, a falta de conhecimento do tecelão impossibilita diagnósticos que contribuam para realização da manutenção preditiva. Ou seja, muitos tecelões não conseguem identificar as falhas antes da parada da máquina, quando a deterioração da peça ou parte da máquina já é mais grave e demanda tempo e custos de conserto maiores.

### 3.4.3 *Falta de Matéria-Prima*

As paradas classificadas como *Falta de Matéria-Prima* são causadas pelo método como a programação do setor fornecedor da tecelagem é feito. As produções no setor de Extrusão de Ráfia são feitas para atender às necessidades imediatas, e como se trata de um ambiente de máquinas em paralelo, surgem situações onde alguma ráfia consumida na Tecelagem não está disponível no momento adequado.

Em outras palavras, a causa das paradas por falta de matéria-prima é a inexistência de um mapeamento das necessidades de matérias, necessário para um horizonte de programação longo o suficiente para otimizar a programação.

## 3.5 RESUMO DAS CAUSAS RAIZ E ESTABELECIMENTO DE METAS

Após analisar separadamente as causas responsáveis por cada um dos principais modos de paradas, este item visa apresentá-las de forma resumida e estabelecer metas para

redução de cada modo de parada. A Tabela 16 associa os modos de paradas com as causas mais impactantes definidas nos itens 3.4.1.2 , 3.4.1.3 , 3.4.2 e 3.4.3.

**Tabela 16 – Causas a serem tratadas na elaboração dos planos de ação referentes a cada modo de parada**

<b>Modo de Parada</b>	<b>Causa a ser tratada</b>
<b>Troca de Urdume</b>	• Método de carregamento dos teares com rocas de urdume de tamanhos aleatórios
<b>Quebras de Fios</b>	• Peças e partes do tear não recebem manutenção adequada
	• Falta de participação e capacitação do tecelão para identificar casos de perdas crônicas, manter a limpeza da máquina e o passamento adequado dos fios
<b>Manutenção Corretiva</b>	• Ineficiência na realização dos serviços de manutenção preventiva
	• Falta de conhecimento do tecelão
<b>Falta de Matéria-Prima</b>	• Inexistência de um mapeamento das necessidades de materiais

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Para definir as metas de melhoria, o autor, junto à gerência e aos encarregados do PPCP, da Tecelagem e da Manutenção compararam os valores do OEEZ da Tecelagem no primeiro quadrimestre de 2012 com os valores sugeridos de ITO e IDO sugeridos por Nakajima (1989). A Tabela 17 ilustra o método seguido para definição das metas. Após definir a meta de redução a longo prazo, para atingir o nível sugerido por Nakajima (1989), a gerência definiu que este trabalho tinha como meta realizar 50% da melhoria. Isso representaria uma redução de 30,7% do total de paradas. Como os modos de paradas tratados representam 79% do tempo de paradas (conforme descrito no item 3.3), as redução para estes modos deve ser de 38,8%.

**Tabela 17 – Definição das metas de redução de paradas para os três modos tratados**

<b>Indicador</b>	<b>Valor sugerido por Nakajima (1989)</b>	<b>No período do levantamento de dados</b>	<b>Metas para redução do tempo de paradas</b>		
			<b>A longo prazo</b>	<b>Para este trabalho (50% do total)</b>	<b>Para os modos de paradas tratados (79% do total das paradas)</b>
<b>ITO</b>	90,0%	76,9%	■	■	■
<b>IDO</b>	95,0%	81,3%			
<b>OEEZ</b>	85,5%	62,5%	61,3%	30,7%	<b>38,8%</b>

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Para desdobrar esta meta em metas para cada modo de parada, o autor definiu um indicador TPTP (Tempo de Parada em relação ao Tempo de Produção) que relaciona o tempo de parada do modo com o tempo de produção no mesmo período. Para as paradas por troca de

urdume e quebras de fios, o autor fez um breve estudo de amostragem do trabalho, quando acompanhava a produção de um grupo de até oito teares, anotando os motivos e durações das paradas. Esse estudo foi realizado oito vezes, em horários e grupos de teares diferentes, com objetivo de determinar a proporção aproximada das paradas para troca de trama, troca de urdume e quebras de fios dentro do status Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fio. O apêndice A contém uma das fichas de coleta de tempos preenchidas com os tempos de paradas. A conclusão foi que as paradas para troca de trama são responsáveis por apenas 10% dos tempos de paradas, as paradas para troca de urdume responsáveis por 40% (esse tempo inclui um tear parado por quebra de fio enquanto o tecelão faz a troca de urdume na gaiola de outro tear) e as paradas por quebras de fios representam 50% dos tempos de paradas desse status.

Com esses dados, o autor pode calcular o TPTP de cada modo de parada e definir metas de redução individuais. Como os modos têm abordagens diferentes, devido ao número e dificuldade de solucionar suas respectivas causas, as metas individuais são diferentes, mas devem gerar uma redução total próxima a estipulada anteriormente (38,8%). A Tabela 18 indica os valores iniciais para os indicadores TPTP, as metas de redução individuais e a redução global.

**Tabela 18 – Valores iniciais e metas de redução individuais para os indicadores TPTP e redução total projetada**

<b>Status</b>		<b>TPTP</b> no período de levantamento de dados	<b>Meta de Redução</b>	<b>TPTP</b> projetado
<b>Produção</b>		-	-	-
<b>Troca de Trama/Urdume ou Quebra de Fios</b>		<b>9,95%</b>	-	<b>6,37%</b>
Troca de Trama	10%	1,00%	-	1,00%
Troca de Urdume	40%	3,98%	40%	2,39%
Quebra de Fios	50%	4,98%	40%	2,99%
<b>Manutenção Corretiva</b>		<b>4,01%</b>	<b>25%</b>	<b>3,01%</b>
<b>Falta de Matéria-Prima</b>		<b>1,58%</b>	<b>90%</b>	<b>0,16%</b>
<b>Total de paradas referentes aos 3 status tratados</b>		<b>15,54%</b>	-	<b>9,53%</b>
<b>Redução total projetada para estes modos de paradas</b>				<b>38,65%</b>

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

A célula de cor lilás indica a redução total projetada para estes modos de paradas (38,65%) com esses valores de metas individuais. Conclui-se que este desdobramento é adequado para exigir redução total esperada ( $38,65\% \approx 38,8\%$ ).

#### 4 PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DAS PARADAS PARA TROCA DE URDUME: A TROCA TOTAL

Após definido que a redução das paradas para troca de urdume seria uma das prioridades da Zaraplast Cumbica para o ano de 2013, foi realizado um *brainstorming* envolvendo o autor deste trabalho, o encarregado do setor de Tecelagem, o responsável pela programação do setor, dois dos principais gerentes da planta, um dos dois proprietários da empresa e um diretor geral corporativo. Nesta reunião foram discutidas possibilidades de melhorar esse processo e levantada a possibilidade de entrar em contato com outras fábricas do setor para sondar como eles tratavam este relevante problema. Ficou definido que o autor deste trabalho seria o responsável por liderar este projeto.

Em conversa com o encarregado do setor de Tecelagem de uma empresa da Bahia, ele comentou sobre o método utilizado por eles para otimizar as trocas de urdume. O método é conhecido como *block doff* ou troca total e consiste em trocar todos os urdumes da gaiola de uma vez só, possibilitando que o tear produza por até dez dias sem necessitar recargas de urdume. No método tradicional, o tear produz com urdumes de tamanhos aleatórios que podem acabar a qualquer momento. Essa mudança favorece ao tecelão, que passa a trabalhar apenas na base do tear, sem precisar descer para verificar o tamanho dos urdumes na gaiola. A Figura 17 ilustra a situação das gaiolas de um tear sem Troca Total e de um tear com Troca Total (com urdumes recém carregados e após uma semana).

**Figura 17 – Tear sem troca total (urdumes despadronizados), tear logo após a realização da troca total e uma semana após a troca**



Fonte: Fotos tiradas pelo autor

Os outros benefícios (listados na Tabela 19) citados pelo encarregado da empresa da Bahia também foram comentados em uma segunda reunião, quando todos os envolvidos concordaram que a Zaraplast devia, gradativamente, implementar este método na Tecelegam.

**Tabela 19 – Benefícios esperados com a realização da Troca Total**

<b>Benefícios esperados com a TROCA TOTAL</b>	
<b>1</b>	Redução das paradas para trocas de urdume
<b>2</b>	Possibilidade do tecelão trabalhar apenas no corpo dos teares, sem necessitar ficar andando pelas gaiolas
<b>3</b>	Maior agilidade para atender aos demais problemas (consequência do benefício 2)
<b>4</b>	Possibilidade do tecelão operar até 5 máquinas (usualmente opera 4 ; também consequência do benefício 2)
<b>5</b>	Redução do volume de aparas

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

Como a implementação desse novo método envolveria a participação de muitos colaboradores, optou-se por dividir o projeto em três fases, descritas nos próximos itens. Ao longo das fases, o escopo definido previamente para cada uma foi sofrendo alterações, baseadas no aprendizado obtido com o andamento do projeto. As propostas iniciais para cada fase foram:

- **Fase 1:** Teste da troca total em 8 teares (4 Alpha e 4 BSW)
- **Fase 2:** Expansão do método para 31 teares (1 das 4 linhas completas)
- **Fase 3:** Expansão gradativa para toda a tecelagem

#### 4.1 FASE 1: TESTE DA TROCA TOTAL EM 8 TEARES

A primeira fase do projeto iniciou no dia 1 de Fevereiro de 2013 e teve como objetivo testar a eficácia da troca total em 8 teares. Foi elaborado um cronograma com a sequência das atividades-chave para teste do método (Apêndice B). As atividades foram:

- **Apresentação do método para encarregados, PPCP e CQ:** Foi realizada uma reunião com todos os envolvidos destes departamentos para apresentar o método e ouvir suas sugestões. Concluímos que as alterações no trabalho seriam pequenas em comparação às vantagens esperadas.
- **Seleção de teares (de acordo com os tecidos programados) e operadores:** Com base em um estudo de produção ao longo dos últimos 12 meses e na carteira de vendas vigente, foram escolhidos teares onde não ocorreriam setups ao longo das semanas seguintes. Além disso, esses teares passaram a ser operados por tecelões mais confiáveis (sem histórico de faltas), visando otimizar as condições de teste.
- **Definição do tamanho padrão de rocas para otimizar a produtividade do tear:** As rocas de urdumes produzidas até então, eram tiradas da extrusora com um diâmetro de 15cm. Como um diâmetro maior possibilitaria maior autonomia do tear, decidiu-se por produzir o material para esses teares com diâmetro de 17cm.
- **Acompanhamento da produção dos tecelões escolhidos nos teares escolhidos seguindo o método tradicional de produção:** Essa atividade visava gerar dados de produtividade para comparação futura.
- **Organização de uma equipe de tecelões para realização das trocas totais em períodos de hora-extra:** O encarregado e os líderes escolheram tecelões experientes que pudessem fazer as trocas no menor tempo possível, para definição do tempo padrão da troca.
- **Produção acompanhada das rocas padronizadas:** As rocas produzidas com diâmetro de 17cm foram separadas para carregamento dos 8 teares específicos.
- **Realização das trocas nos teares determinados:** O tear era totalmente descarregado e carregado com as novas rocas. Em seguida, era ligado com uma velocidade inferior para garantir a passagem de todos os nós dos urdumes pela parte central (onde ocorre a inserção das tramas). Finalmente, ele passava a produzir em velocidade máxima.
- **Acompanhamento da produção e comparação da sua eficácia:** O acompanhamento foi feito durante 3 semanas (1ª semana após a 1ª troca, 2ª semana após a 2ª troca e 3ª semana após a 3ª troca) e, em seguida, comparado com a semana de produção segundo o método tradicional.

Durante a realização dessas atividades, foi possível tirar conclusões importantes em relação à produtividade dos teares e sua relação com o tamanho ideal para as rocas de urdume e com o tempo de realização da troca e retorno à velocidade máxima. Como comentado acima, o tamanho definido fora de 17cm de diâmetro para as rocas. Porém, como o setor de Extrusão trabalha com uma tolerância de  $\pm 5$ cm, algumas rocas chegavam nos teares com até 17,5cm. Apesar de isso garantir mais autonomia ao tear, esse tamanho de material atrapalhava a realização da troca. Uma roca desse tamanho pode pesar até 3,5kg, de acordo com o material, e isso dificulta o manuseio e rapidez da troca, além de não ser ergonômico para os operadores, que ao realizarem o carregamento da gaiola, precisam colocar essas rocas a até 2,0m de altura. Em vista disso, realizamos testes com tamanhos menores, e conclui-se que o tamanho fixado deveria ser 16cm (com a tolerância de  $\pm 5$ cm, uma roca de 16,5 ainda era fácil de ser manuseada).

O outro ponto considerado crítico foi o tempo de troca e retorno à velocidade máxima de produção. Durante as primeiras trocas, era imprevisível como o tear se comportaria com uma carga tão superior a que suportava usualmente. Por isso, após a finalização das trocas, os teares produziam durante um turno inteiro (8 horas) com velocidade inferior à velocidade máxima, subindo gradativamente. Essa perda de performance fez com que na primeira semana de testes o ganho de produtividade fosse quase insignificante. Em seguida, os encarregados e líderes reduziram gradativamente os intervalos de tempo para aumento de velocidade, definindo o tempo padrão de 1 hora para o tear voltar à velocidade máxima. Além disso, foi controlado o tempo das trocas, através de um estudo de tempos e métodos. As atividades realizadas foram:

- a) *Descrever o novo método de carregamento das gaiolas:* Método da trota total já explicado
- b) *Dividir essa operação em trabalhos específicos:* A operação ideal é composta de 5 trabalhos:
  - b-1) Cortar os fios antigos e dar um nó nos fios alocados em uma mesma altura
  - b-2) Descarregar a sobra do material para as caixas
  - b-3) Limpar os discos das gaiolas
  - b-4) Trazer novo material e carregar as gaiolas

b-5) Fazer as emendas com aqueles fios cortados na atividade b-1

c) *Determinar o tempo padrão que uma equipe qualificada deve levar para realizar a atividade*

A Tabela 20 indica os tempos para realização da troca (dados colhidos nos dias 10, 17 e 24 de Fevereiro de 2013). Como fica claro na tabela, o tempo de troca pode ser reduzido em mais que 50% de acordo com a habilidade da equipe, o que torna essa habilidade um fator chave para sucesso do método.

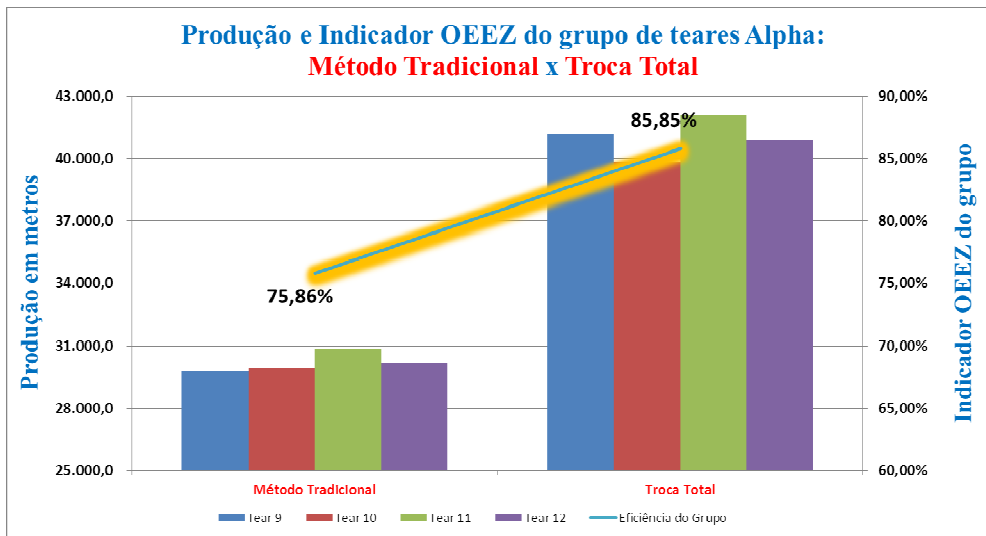
**Tabela 20 – Tempos para realização das trocas**

<b>Atividade</b>	<b>Equipe formada por tecelões:</b>		
	<b>1 experiente e 3 inexperientes</b>	<b>4 experientes de sacarias</b>	<b>4 experientes de BIG BAGs</b>
Cortar e dar todos os nós	00:06:00	00:04:10	00:03:00
Descarregar para as caixas	00:18:00	00:11:50	00:05:40
Limpar os discos das gaiolas	00:20:00	00:07:00	00:14:00
Trazer urdume e carregar	01:13:20	00:46:00	00:32:00
Fazer emendas	00:49:40	00:34:00	00:22:30
<b>TEMPO TOTAL da troca</b> (até iniciar produção com velocidade reduzida)	<b>02:47:00</b>	<b>1:43:00</b>	<b>1:17:10</b>

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

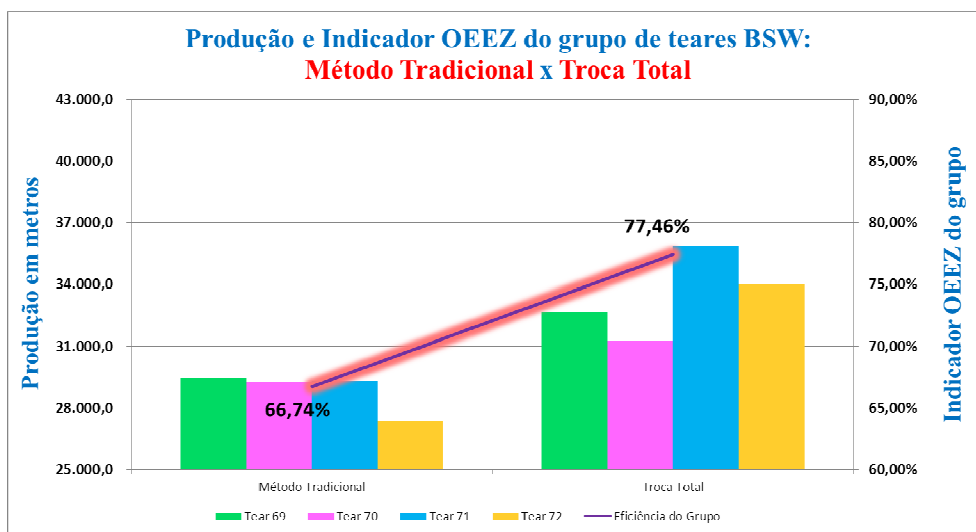
Finalmente, com os aprendizados obtidos ao longo das semanas, chegamos a valores extremamente satisfatórios na terceira e última semana de acompanhamento. Os gráficos 9 e 10 apresentam a comparação dos métodos tradicionais de produção com o método da troca total, para uma semana de produção dos 4 teares Alpha e dos 4 teares BSW.

**Gráfico 9 – Comparação da produtividade (medida pelo indicador OEEZ) dos teares Alpha antes de depois da implementação da Troca Total**



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

**Gráfico 10 – Comparação da produtividade (medida pelo indicador OEEZ) dos teares BSW antes de depois da implementação da Troca Total**



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

Após a última semana de testes, verificamos que o indicador OEEZ dos teares Alpha passou de 75,86% para 85,85%, o que representa um incremento de 9,99% sobre a produtividade. Da mesma forma, o indicador OEEZ dos teares BSW passou de 66,74% até 77,46%, o que representa um incremento de 10,72% sobre a produtividade original. Estes valores foram muito comemorados e provaram a eficácia do método, servindo como estímulo para continuação das próximas fases do projeto.

Antes de descrever a Fase 2, vale destacar uma conclusão não esperada mas muito positiva durante estas semanas. Verificou-se uma redução no número médio de “quebras de fios de urdume” nesses 8 teares. Isso pode explicar parte do aumento da produtividade dos teares, uma vez que, como levantado nos itens 3.4.1.3 e 3.5, a quebra de fios é um dos três modos de paradas incluídos no status com o maior tempo de parada na Tecelagem. A redução dessas quebras pode ser explicada por uma das cinco atividades que fazem parte da troca total (conforme a Tabela 20). A atividade limpar os discos das gaiolas consiste em tirar os acúmulos de material das gaiolas, o que facilita a rotação dos discos e permite que o urdume seja tracionado com menos tensão, gerando menos quebras. A Figura 18 mostra a realização da limpeza dos discos durante a realização da troca tota.

**Figura 18 – Limpeza dos discos das gaiolas durante realização da Troca Total**



**Fonte: Fotos tiradas pelo autor**

#### 4.2 FASE 2: EXPANSÃO DO MÉTODO PARA ATÉ 31 TEARES

Após comprovada a eficácia do método da Troca Total nos grupos de teste, no dia 4 de Março de 2013 deu-se início à segunda fase do projeto, que tinha como objetivo expandir o método para mais teares (se possível, para uma das quatro linhas completas). Foi elaborado um cronograma com a sequência das atividades-chave para expansão do método (Apêndice B). As atividades foram:

- **Solicitação e contratação de 4 novos funcionários para a Tecelagem:** Durante a primeira fase, as trocas eram realizadas em períodos de hora-extra. Com a expansão do método, tornou-se mais viável economicamente contratar novos colaboradores para realizar as trocas ao longo da semana.
- **Seleção de teares (de acordo com o histórico de tecidos produzidos e produção média de cada combinação):** Com base em um estudo de produção ao longo dos últimos 12 meses, foram escolhidos teares onde as combinações “*velocidade do tear – indicador OEEZ – estrutura do produto*” resultassem em volumes semelhantes de produção, para que após realizada as trocas, não houvessem situações onde as gaiolas de mais que 4 teares precisassem ser reabastecidas no mesmo dia.
- **Integração e treinamento geral e específico dos funcionários:** Por ser uma prática comum na empresa, os novos colaboradores passam uma semana conhecendo os processos da fábrica e o novo ambiente de trabalho. Em seguida foram apresentados ao setor de Tecelagem e treinados especificamente para a atividade de troca de urdumes na gaiola em um tear destinado à treinamento. Durante dois dias eles acompanharam a produção junto à tecelões experientes, para vivenciar como estes realizam as trocas durante a produção pelo método tradicional.
- **Simulação de carregamento de gaiola:** A nova equipe realizou uma troca acompanhada pelos líderes e tecelões experientes.
- **Realização das trocas nos teares determinados:** A equipe começou a realizar as trocas nos teares, seguindo um cronograma determinado.
- **Acompanhamento da produção e ajustes:** Essas semanas foram importantes para a equipe ganhar prática na realização da troca e diminuir o tempo da atividade em busca de um tempo que permitesse a realização de ao menos 3 trocas por dia. Nesse caso, como um tear completamente carregado dura de 6 a 7 dias de produção, a equipe conseguiria realizar as trocas de 18 a 21 teares.

Diferente da primeira fase, quando após 3 semanas a equipe de projeto havia identificado e solucionado as poucas dificuldades de implementação do novo método, a segunda fase apresentou muitas dificuldades e de difícil tratamento. As principais dificuldades foram:

- a) **Dificuldade das mulheres na realização da atividade:** Verificou-se que para as mulheres, a atividade era muito desgastante, por exigir o posicionamento das rocas de urdumes nos discos mais altos das gaiolas.
- b) **Falta de experiência e demora no aprendizado da equipe:** Como nenhum colaborador contratado tinha experiência no setor de ráfias, o tempo das trocas era muito longo. No primeiro dia a equipe realizou apenas uma troca (em quase 8 horas), o que impulsionou a decisão de colocar um funcionário experiente para ajudá-los durante algumas semanas.
- c) **Obstrução dos corredores:** Os corredores cheios de bobinas ou paletes com caixas de tramas ou urdumes dificultava na retirada das rocas de urdume usadas e na aproximação das rocas novas.
- d) **Dificuldade em padronizar o tamanho das rocas de urdume:** Para que a troca total funcione, o material carregado nas gaiolas do tear deve ser basicamente do mesmo tamanho, de forma que o tecelão não precise trocar algumas rocas menores antes do momento da troca total. Na primeira fase o material era revisado e separado após produzido nas extrusoras, já na segunda fase, como o volume de material utilizado nos teares com troca total seria bem maior, foi mais difícil garantir essa padronização.

Essas dificuldades fizeram que a segunda fase do projeto, prevista para durar 40 dias, levasse aproximadamente 90 dias para se consolidar. Cada um dos empecilhos citados acima foram tratados ao longo desse período, de forma a resolvê-los totalmente, ou ao menos minimizá-los o suficiente para possibilitar a expansão do método para uma quantidade maior de teares, conforme previsto para essa fase.

O tratamento para a dificuldade “a” foi realocar algumas das mulheres contratadas para outras funções no setor e substituí-las por colaboradores mais aptos à realização da troca. Essa alteração também ajudou a resolver a dificuldade “b”, pois esses funcionários mais experientes também colaboraram para reduzir o tempo da troca. Além disso, também foi realocado um quinto integrante para ajudar a equipe nas primeiras semanas. Após 3 semanas a equipe conseguiu pela primeira vez realizar 3 trocas no dia, porém isso não se manteve constante na sequência devido aos fatores “c” e “d”.

Para reduzir o problema “c”, a autor elaborou um meio mais eficiente de transportar o material pelo setor do que com os paletes: foram construídos internamente 4 carrinhos de

transporte de material (conforme Figura 19). Ficou proibido deixar um palete de material no meio dos corredores e, assim, mesmo que houvessem algumas bobinas, os carrinhos (mais estreitos que os paletes) poderiam fazer o transporte do material (descarga e carga das rocas de urdume das gaiolas).

**Figura 19 – Melhoria do transporte de material com o uso dos novos carrinhos**



**Fonte: Fotos tiradas pelo autor**

O problema “d” foi considerado o mais complexo, por ser decorrente de dois motivos principais: *a retirada do material das extrusoras nas horas de refeições e método de testes do controle da qualidade*. A retirada do material durante as refeições atrapalha a padronização uma vez que num horário normal os tubetes da bobinadeira da extrusora são trocados por 4 pessoas, enquanto nos períodos de refeições são trocados por apenas 2 pessoas. Portanto, se às 11:00 os operadores levaram 10 minutos para trocar do primeiro ao último minuto, eles levarão 20 minutos para chegar no último na retirada da próxima carga (esse problema não ocorre nas extrusoras que produzem as tramas, uma vez que as bobinadeiras automáticas independem do operador para realizar as trocas dos tubetes). O inverso ocorre no final do período de refeições, se a diferença entre a carga do primeiro ao último tubete foi de 20 minutos, a diferença na descarga será de apenas 10 minutos.

Dada a dificuldade em resolver esse problema sem investir em bobinadeiras automáticas, o autor tentou minimizar o problema da falta de padronização atacando sua segunda causa: *o método de testes do controle da qualidade*. O Controle da Qualidade tira até duas provas, de 60 rocas cada, das extrusoras (produzem uma média de 200 rocas de urdume ao mesmo tempo) em cada turno. O procedimento orientava a tirada das rocas com 12cm de diâmetro, pois era o tamanho máximo compatível com um equipamento do laboratório que tira a medida exata dos fios para teste (conforme lado esquerdo da Figura 20). Dessa forma, a cada prova, eram produzidos 120 rocas menores (60 retiradas com 12cm e as 60 produzidas na sequência até o momento que as demais atingiam o diâmetro de 16cm). O autor desenvolveu então, junto ao serralheiro da fábrica, uma peça que possibilitasse ao CQ realizar

os teste com as rocas de 16cm de diâmetro (conforme definido para a troca total). Com o uso dessa peça (ilustrada no lado direito da Figura 20), foi possível reduzir o problema da falta de padronização das rocas de urdume, possibilitando material suficiente para a quantidade de teares prevista na fase 2. Ainda assim, esse material das trocas não podia ser produzido durante as refeições, uma vez que aquela parte do problema não fora resolvida.

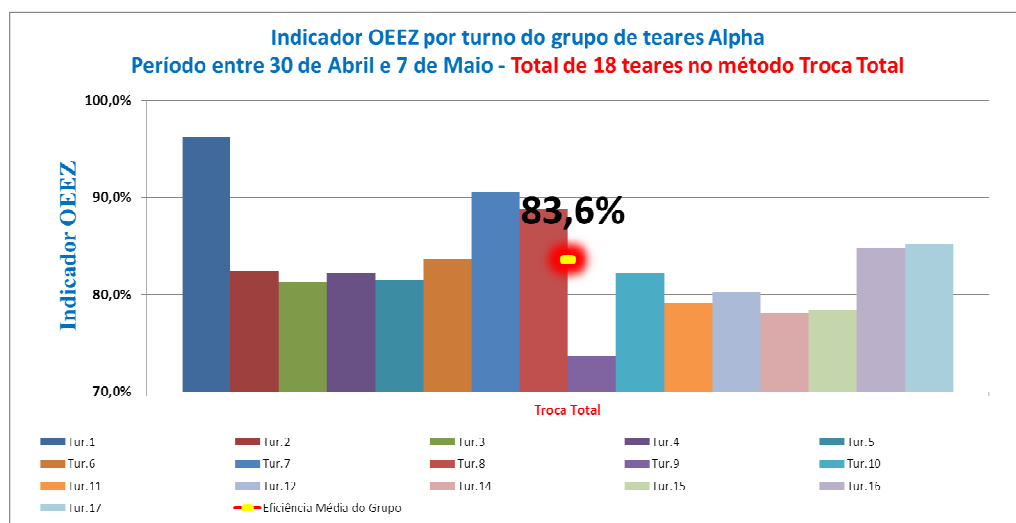
**Figura 20 – Procedimento do CQ antes e após a construção da peça**



Fonte: Fotos tiradas pelo autor

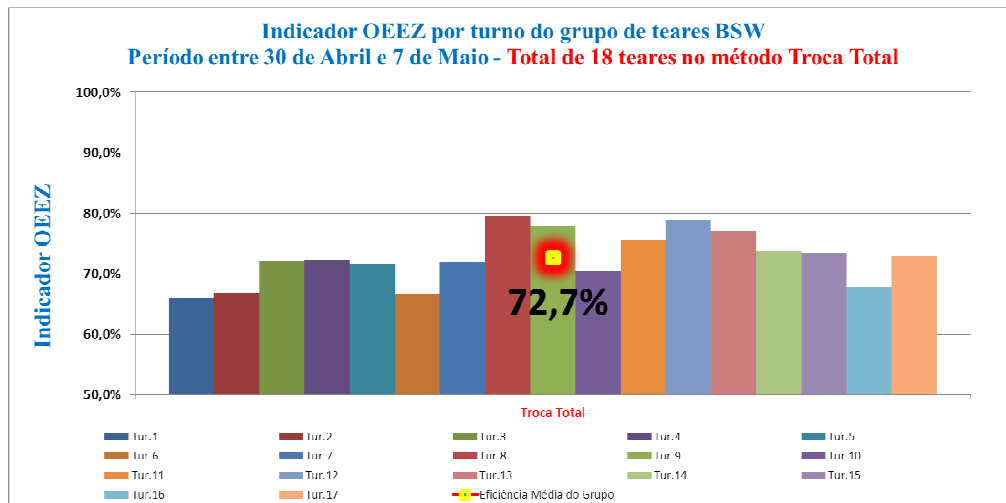
Finalmente, com os esforços realizados no sentido de eliminar ou minimizar os fatores que atrapalhavam a expansão do método, na semana entre os dias 30 de Abril de 2013 e 7 de Maio de 2013 a equipe já estava realizando 3 trocas por dia, dando autonomia de 6 dias para o tear. Ao todo haviam 8 teares Alpha e 10 teares BSW trabalhando de acordo com a troca total. O Gráfico 11 ilustra os valores do OOEZ do conjunto de teares Alpha durante 17 turnos de produção, enquanto o Gráfico 12 faz a mesma análise para os teares BSW.

**Gráfico 11 – Indicador OOEZ por turno do grupo de teares Alpha**



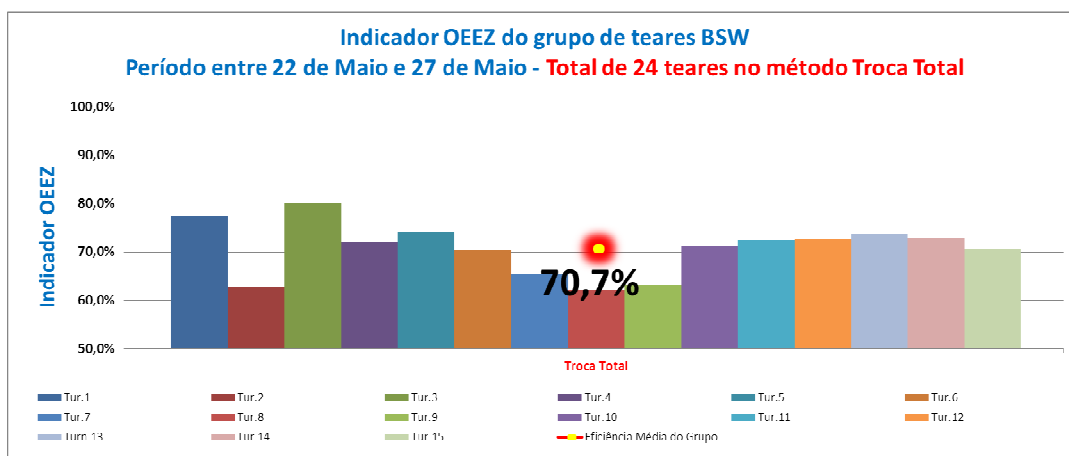
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

**Gráfico 12 – Indicador OEEZ por turno do grupo de 10 teares BSW**



Após mais duas semanas, na período entre 22 e 27 de maio a equipe já realizava 4 trocas por dia, completando um total de 24 teares (8 Alpha e 16 BSW). O Gráfico 13 inclui os novos teares BSW na análise do OEEZ (como não foi incluído nenhum tear Alpha eles não serão analisados novamente aqui).

**Gráfico 13 – Indicador OEEZ por turno do grupo de 16 teares BSW**



#### 4.3 FASE 3: EXPANSÃO GRADATIVA PARA TODA A TECELAGEM

Após a finalização da segunda fase do projeto, quase 2 meses depois do previsto (dadas as dificuldades já comentadas), o autor e os demais integrantes da equipe de projeto sabiam que seria difícil expandir ainda mais o método da troca total sem a realização de

grandes investimentos. Como já citado no item 4.2, a principal dificuldade foi a padronização das rocas de urdume, que para apenas 24 teares era conseguida por meio da seleção e separação do material.

Ainda assim, durante mais que um mês tentou-se expandir o método para o dobro de teares. Como o estoque de trama e urdume era muito bagunçado até então, era impossível separar a quantidade necessária de material para retirada controlada e uso apenas nos teares da troca total. A Figura 21 mostra a situação do estoque durante a semana.

**Figura 21 – Situação do estoque de tramas e urdumes**



**Fonte: Fotos tiradas pelo autor**

Em consequência disso, durante a tentativa de expansão, os teares eram carregados com materiais despadronizados. Dessa forma os tecelões voltaram a precisar descer da base dos teares para verificar as gaiolas e as paradas durante a operação voltaram. Os teares paravam tanto para trocas individuais quanto para a troca total, uma vez na semana, e isso fez suas produtividades (medidas pelo OEEZ) caírem para valores inferiores aos dos teares que funcionavam de acordo com o método tradicional.

O projeto de expansão foi então deixado de lado e a troca total voltou a ser aplicada apenas a 24 teares. Este é o número de teares que uma equipe de quatro pessoas consegue suprir durante a semana. Duas equipes fariam 48 teares, e equipes de tamanhos diferentes minimizam a eficiência da troca. Menos que 4 pessoas faz a troca demorar muito, enquanto 5 ou mais pessoas acabam se atrapalhando durante a execução da atividade. Apesar dessa interrupção, o projeto ainda não foi deixado de lado. Duas alternativas seriam eficientes para possibilitar a expansão, com custos e riscos diferentes. São elas:

- a) Aquisição de bobinadeiras automáticas para as extrusoras que produzem urdumes:** Essa alternativa seria a mais segura para garantir a eficiência do projeto, porém exige um investimento muito alto, por se tratar de um recurso caro, e adaptações no layout do setor de extrusão, uma vez que as bobinadeiras automáticas são mais compridas que as manuais e atualmente não haveria como instalá-las no setor.
- b) Adaptação do estoque de tramas e urdumes:** A criação de um estoque de ráfias centralizado, organizado e com acesso restrito possibilitaria a separação entre as rocas de urdumes padronizadas das pequenas, garantindo o material adequado para uso nos teares com Troca Total. Apesar de não garantir 100% de eficácia na padronização dos urdumes, uma vez que outros problemas (como o dos horários de refeição) ainda gerarão rocas menores, essa alternativa deve assegurar uma quantidade suficiente para expansão do método para ao menos mais um grupo de 24 teares. Essa ideia foi aprovada pela gerência e o projeto da criação do estoque já estava em andamento no período da conclusão desse trabalho.

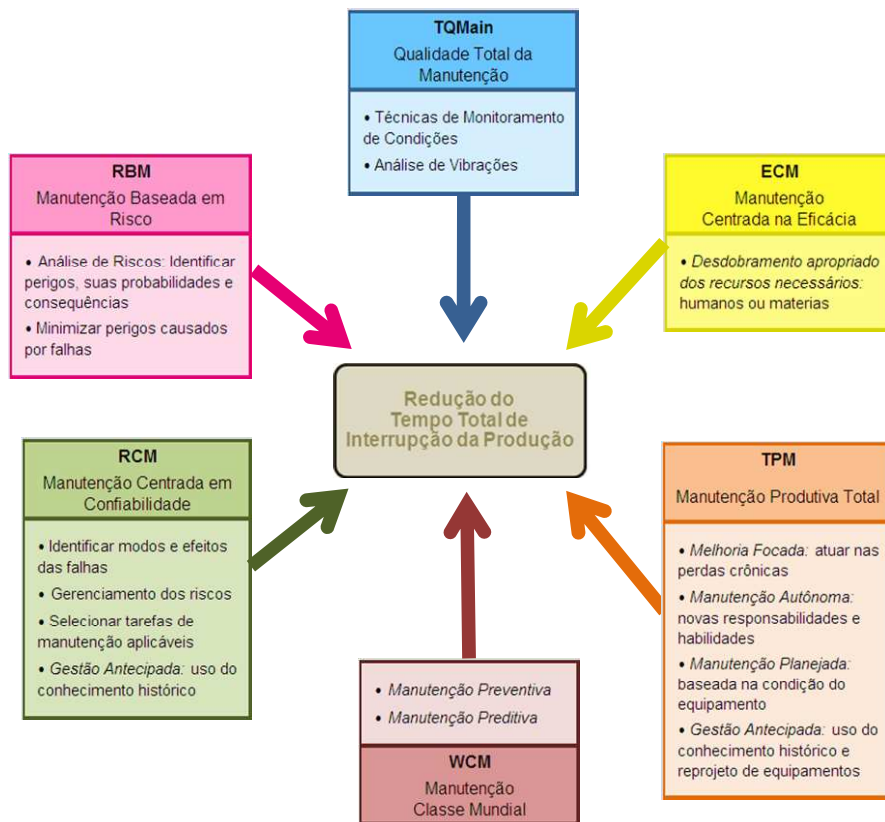
## **5 PLANO DE MANUTENÇÃO PARA REDUÇÃO DAS PARADAS DE MANUTENÇÃO CORRETIVA E QUEBRAS DE FIOS**

### **5.1 ESTRUTURA DO PLANO DE MANUTENÇÃO SUGERIDO**

Conforme diagnosticado no item 3.3 deste trabalho, a manutenção corretiva é uma das principais causas de perdas no setor de Tecelagem da Zaraplast. Além das paradas diretas classificadas no status manutenção corretiva, por se tratar de uma área de apóio, a ineficiência deste departamento também gera problemas na rotina diária da produção. Como levantado no item 3.4.1.3, outra das principais fontes de desperdícios do setor, as quebras de fios, também é gerada pelas más condições das máquinas, tornando ainda mais relevante o problema da manutenção.

Considerando o conceitos de *tempo de interrupção da produção* e *o objetivo e os serviços do departamento de manutenção* levantados nos itens 2.4.3 e 2.4.4, o autor sugere um plano de manutenção que contempla práticas comuns aos vários modelos de gestão da manutenção existentes. A Figura 22 ilustra essas práticas que juntas contribuem para o cumprimento efetivo do desafio do mantenedor, definido no 2.4.4 como “garantir a maior disponibilidade das máquinas para a produção, otimizando a produtividade do próprio departamento de manutenção”.

**Figura 22 – Práticas de vários modelos de gestão da manutenção**



Fonte: Figura elaborada pelo autor

O plano de manutenção a ser implementado é baseado em dois pontos básicos, que incluem algumas atividades descritas a seguir:

➤ **Melhoria da Manutenção Preventiva**

- Listar os serviços (conjunto de atividades) de manutenção preventiva aplicadas nas tecelagens de sacarias
- Classificar os itens das serviços como itens de limpeza, lubrificação, calibração, checagem ou substituição
- Determinar a periodicidade dos serviços
- Garantir os recursos necessários para realização dos serviços

➤ **Implementação da Manutenção Preditiva nos casos de perdas crônicas**

- Usar o conhecimento histórico para identificar os modos de falhas mais impactantes (perdas crônicas)

- Reprojetar equipamentos com melhores condições de confiabilidade e manutenibilidade
- Desenvolver técnicas de monitoramento de condições para treinar os operadores e possibilitar que contribuam para implementação da manutenção preditiva

Os dois pontos serão detalhados nas próximas seções, que contêm a descrição de cada serviço de manutenção preventiva realizada nas tecelagens de ráfia e a identificação e tratamento das perdas crônicas.

## 5.2 MELHORIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A Manutenção Preventiva é uma intervenção realizada com periodicidade determinada, na qual os diversos componentes são analisados e restaurados ou substituídos. Para que a Manutenção Preventiva seja eficiente é fundamental garantir os recursos necessários (ferramentas, peças para substituição e pessoas qualificadas), além de seguir um cronograma pré-estabelecido que assegure a realização dos serviços dentro de um tempo limite, determinado a partir de dados históricos ou benchmarking. De acordo com a complexidade das máquinas, a empresa pode optar por dividir a Manutenção Preventiva entre mais que um serviço, principalmente quando os componentes apresentam vidas úteis diferentes.

Para os teares circulares utilizados nas Tecelagens de Sacarias, as diversas empresas pelo Brasil e pelo mundo costumam dividir a manutenção preventiva em três atividades: *Manutenção Preventiva Geral*, *Revisão de Gaiola* e *Revisão de Lançadeiras*. Além dessas atividades, outra prática comum é a realização da *Revisão de Passamento*. Essas atividades são apresentadas e tratadas a seguir:

### 5.2.1 *Manutenção Preventiva Geral*

Esse serviço de manutenção é realizado por mecânicos do Departamento de Manutenção com frequência anual (de acordo com colaboradores que trabalharam em outras

empresas do setor, essa frequência varia de 6 meses a 1 ano, de acordo com o idade do tear). Nesse serviço são verificados e, caso necessário, trocados todos os itens da base do tear (parte central), além de realizada limpeza geral e lubrificação de todas as partes móveis. A Manutenção Preventiva Geral já segue um cronograma e um procedimento, portanto, não será abordada pelo autor.














### *5.2.2 Revisão de Gaiola*

O objetivo desse serviço é possibilitar a rotação adequada dos discos da gaiola (onde são colocados os urdumes), a fim de evitar um tensionamento elevado, que é uma das principais causas das quebras de fios e problemas de qualidade (má planicidade e papo). Atualmente este serviço não segue um cronograma definido por insuficiência de colaboradores e é realizado apenas em teares que não estejam produzindo bem (indicador OEEZ inferior aos demais teares do mesmo modelo). Além disso, não existe um procedimento que padronize a realização desse serviço.

O autor desenvolveu um documento que padroniza e define a realização deste serviço. A primeira página (Figura 23) contém a sequência de todas as atividades, ferramentas e peças necessárias à realização da Revisão de Gaiola, a equipe necessária e um cronograma de realização do serviço. A segunda página (Figura 24) inclui fotos que ilustram as atividades, as ferramentas e peças.



**Figura 24 – Procedimento de revisão de gaiolas. Fotos das atividades.**

	ZARAPLAST	TECELAGEM	Procedimento para Manutenção: REVISÃO DE GAIOLAS	Página 2/2
<b>Fotos do procedimento de Revisão de Gaiolas</b>				
Cortar os urdumes e dar os nós na gaiola	Retirar todos os urdumes da gaiola	Destruar os conjuntos dos discos		
				
Retirar os conjuntos dos discos	Limpar os conjuntos dos discos e trocar os danificados	Remover resíduos de ráfia das antenas		
				
Limpar as antenas e as barras da gaiola	Verificar as buchas e substituir as danificadas	Remontar os conjuntos dos discos nas antenas		
				
Travar os discos colocando a trava de pressão	Colocar os urdumes de volta	Fazer emendas dos fios		
				

**Fonte: Documento elaborado pelo autor**

As atividades descritas no procedimento padrão atacam diretamente duas causas de quebras de fios citadas e avaliadas na Tabela 14, que têm o departamento de Manutenção como principal facilitador: *Peças quebradas ou deformadas obstruem o passamento dos fios e Mau estado das gaiolas gera uma tensão elevada nos fios que acabam rompendo*. Além disso, a realização destas atividades previne a ocorrência de outras falhas que fazem parte do longo tempo desperdiçado com manutenção corretiva.

### 5.2.3 Revisão de Lançadeiras

Este serviço buscar manter as condições adequadas das lançadeiras. As lançadeiras (6 ou 8 por tear, de acordo com o modelo) são muito agredidas uma vez que realizam o movimento de rotação a alta velocidade (até 1.050 rpm) e fazem a inserção das tramas entre os urdumes. A má condição destas peças causa falhas como rombos (rompimento e emaranhamento dos fios) e quebras de fios, além de problemas de qualidade (variação de largura do tecido).

O quadro de funcionários da Tecelagem conta com um colaborador dedicado exclusivamente a este serviço. Ele pode realizar até 3 revisões em um dia, caso tenha as peças reservas já montadas, o que depende dos mecânicos do departamento de manutenção. Se uma peça não está pronta, o tear pode ficar parado até a preparação ou aquisição da mesma. Assim como a revisão de gaiola, a Zaraplast não segue um cronograma para realização desta revisão, que é feita apenas de maneira corretiva em teares que não estejam produzindo bem (indicador OEEZ inferior aos demais teares do mesmo modelo) e também não segue um procedimento definido.

Para este serviço, o autor desenvolveu um documento semelhante ao da Revisão de Gaiolas. Como esta intervenção pode ser realizada em pouco tempo (2 horas), o autor sugere que ela seja realizada de maneira *preditiva*, sem seguir um cronograma rígido. Por outro lado, o autor sugere a capacitação de outros colaboradores para realização deste tipo de intervenção. Isso garantiria a realização das revisões mesmo em situações que o atual responsável não estivesse presente (no final de 2012, este colaborador quebrou o braço e tirou férias, resultando em dois meses e meio sem realização da revisão em nenhum tear). A Figura 25 contém a sequência de todas as atividades, ferramentas e ações feitas com cada peça, enquanto a Figura 26 inclui fotos que ilustram as atividades, as ferramentas e peças.

Figura 25 – Procedimento de revisão de lançadeiras. Atividades de manutenção.

ZARAPLAST		TECELAGEM		Procedimento para Manutenção: REVISÃO DE LANÇADEIRAS		Página 1/2																									
ATIVIDADE				FERRAMENTA		AÇÃO																									
Retirar os cachimbos				Chave Allen 6mm		-																									
Retirar as roldanas de ajuste				Chave Allen 5mm		-																									
Retirar as lançadeiras				-		-																									
Limpar a base por onde a lançadeira gira				Estopa e Solvente		-																									
Limpar as lançadeiras com ar comprimido				Mangueira de ar comprimido		-																									
Levar as lançadeiras até a bancada da manutenção				-		-																									
Verificar as peças e decidir o que fazer				-		-																									
Corpo da Lançadeira				-		Substituir e se possível restaurar																									
Aro superior da lançadeira				Chave Allen 5mm		Substituir																									
Aro inferior da lançadeira				Chave Allen 5mm		Substituir																									
Roldanas				-		Substituir																									
Rolamentos				-		Substituir																									
Distanciador				Chave Allen 4mm		Substituir e depois restaurar																									
Balancinho				-		Substituir																									
Sapata				-		Substituir e depois restaurar																									
Suporte da Sapata				-		Substituir																									
Cachimbos				-		Substituir																									
Suporte de Cachimbo				Chave Allen 6mm		Substituir																									
Molas				-		Substituir																									
Eixo				-		Substituir																									
Copo do Eixo				-		Substituir																									
Parafusos				-		Substituir																									
Fazer a montagem das lançadeiras				Chave Allen 5mm																											
Fixar as lançadeiras				-																											
Colocar e ajustar as roldanas				Chave Allen 5mm e Allen 10																											
Colocar e ajustar os cachimbos				Chave Allen 6mm																											
<b>RECURSOS HUMANOS:</b>				Imecânico pode levar de 2 a 4 horas para fazer a revisão de um tear																											
ACOMPANHAMENTO (Linha-Tear x Data da Realização)																															
Lin.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Lin.2	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	105	106	56	57	58	59	60
Lin.3	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	55
Lin.4	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5	B.6	B.7	B.8	B.9	B.10	B.11	B.12	B.13	B.14			

Fonte: Documento elaborado pelo autor

**Figura 26 – Procedimento de revisão de lançadeiras. Fotos das atividades.**

	ZARAPLAST	TECELAGEM	Procedimento para Manutenção: REVISÃO DE LANÇADEIRAS		Página 2/2
Fotos do procedimento de Revisão de Lançadeiras					
Retirar os cachimbos		Retirar as roldanas de ajuste		Retirar as Lançadeiras	
					
Limpar o pente circular e a cava por onde giram as lançadeiras		Limpar as lançadeiras com ar comprimido		Levar as lançadeiras até a bancada	
					
Verificar as peças e, se necessário, substituí-las					
Corpo da lançadeira e aros	Roldanas	Rolamentos	Distanciador	Balancinho	
					
Sapata	Suporte da Sapata	Cachimbo e Suporte do Cachimbo	Molas	Eixo e copo do eixo	
					
Fixar as lançadeiras		Colocar e ajustar as roldanas		Colocar e ajustar os cachimbos	
					

**Fonte: Documento elaborado pelo autor**

As atividades descritas no procedimento padrão atacam diretamente uma das duas causas de quebras de fios que tem o departamento de Manutenção como principal facilitador: *Peças quebradas ou deformadas obstruem o passamento dos fios.* Como a Revisão de Lançadeiras verifica partes do tear diferentes das verificadas na Revisão de Gaiolas, os dois procedimentos são complementares. Além disso, a realização desta revisão previne a ocorrência de outras falhas que fazem parte do longo tempo desperdiçado com manutenção corretiva, com destaque para as duas perdas crônicas que serão analisadas no item 5.3.

#### *5.2.4 Revisão de Passamento*


Durante a operação do tear, ocorrem quebras de fios que devem ser emendados e repassados pelo operador. Quando este não tem habilidade ou faltam condições (como iluminação) para passar os fios nas posições adequadas, surge uma situação descrita como passamento cruzado. Nesse caso, há um tensionamento entre um fio e outro, que leva à ocorrência de quebras e outros problemas de qualidade. Torna-se necessário a realização da Revisão de Passamento, que atualmente é feita de maneira corretiva ou quando o tear passa por um setup.

Assim como a Revisão de Lançadeiras, o ideal é realizar a Revisão de Passamento de maneira preditiva, quando verifica-se (visualmente) que a qualidade do passamento não está boa. Revisões periódicas poderiam significar paradas desnecessárias. Por ser um procedimento mais longo, quando uma equipa faz uma Revisão de Passamento, o mecânico responsável aproveita para fazer a Revisão de Lançadeiras. Para melhorar a realização e controle deste serviço, autor desenvolveu um documento (Figura 27) simplificado com a sequência das atividades, ferramentas e peças necessárias, além de incluir uma área para controle das intervenções realizadas em cada dia (importante para controlar as datas de realização da revisão em cada tear).

**Figura 27 – Procedimento de revisão de passamento. Atividades e foto.**

ZARAPLAST		TECELAGEM		Procedimento para Manutenção: REVISÃO DE PASSAMENTO		Página 1/1	
ATIVIDADE				FERRAMENTA		PEÇA RESERVA	
Identificar o tecido e formato na máquina, e substituir o anel caso necessário				-		-	
<i>Retirar as lançadeiras e revisá-las</i>				<i>Seguir procedimento da revisão de lançadeira</i>			
Cortar todos os fios (da base à gaiola)				Tesoura		-	
Determinar a distribuição dos fios na gaiola de acordo com a quantidade de fios				Ficha Técnica		-	
Posicionar os urdumes nas posições adequadas da gaiola				-		-	
Fazer o passamentos dos fios desde os furos da porcelana as puas do pente				Paceta		-	
Verificar todos os compensadores e molas, substituindo-os caso necessário				-		Compensadores e molas	
Amararrar os fios no tecido				-		-	
Recolocar as lançadeiras, conforme final do procedimento da revisão de lançadeiras				-		-	
Retirar amostra de 1 metro				Tesoura		-	
Verificar largura e densidade das ráfias				Trena		-	
Levar ao CQ para teste de gramatura				-		-	
-				-		-	

<b>Compensadores e molas</b>	
------------------------------	---

<b>RECURSOS HUMANOS:</b>	Equipe de 4 colaboradores para realizar 1 revisão em 8 horas
--------------------------	--

ACOMPANHAMENTO (Linha-Tear x Data da Realização)																															
Lin.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Lin.2	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	105	106	56	57	58	59	60
Lin.3	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	55
Lin.4	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5	B.6	B.7	B.8	B.9	B.10	B.11	B.12	B.13	B.14			

**Fonte: Documento elaborado pelo autor**

Como a Revisão de Passamento inclui a Revisão de Lançadeiras e outras atividades, além dos benefícios comentados na Revisão de Lançadeiras, a Revisão de Passamento ataca duas outras causas de quebras de fios citadas na Tabela 14: *Acúmulo de sujeiras em alguns pontos obstrui o passamento dos fios* e *Falta de padronização do passamento dos fios (Passamento cruzado gera forças de cisalhamento entre os fios, que acabam rompendo)*. Adicionalmente, esta revisão ainda reduz os efeitos de outra causa das quebras também comentada na Tabela 14: *Tecelão sem habilidade para manter o passamento adequado dos fios*. Com a realização periódica desta revisão, o passamento mal feito pelo tecelão acaba sendo corrigido.

### 5.3 IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NOS CASOS DE PERDAS CRÔNICAS

#### 5.3.1 Identificação das perdas crônicas

Para desenvolvimento dessa parte do Plano de Manutenção, o autor utilizou como fonte de informações um banco de dados eletrônico no qual os encarregados da manutenção registravam as Ordens de Serviço (OS) do setor de Tecelagem, no período de Janeiro até final de Agosto de 2013. A análise desses dados foi difícil, pois a forma como eles eram registrados não era padronizada, sendo impossível filtrar os modos de falha mais impactantes ao setor (perdas crônicas).

A primeira ação foi alterar essa planilha criando algumas classes para os problemas, de modo a facilitar essa análise no futuro. Ao mesmo tempo, os dados existentes foram tratados através de uma série de operações no sistema, em busca de conclusões para atuação imediata. A Figura 28 mostra a forma do banco de dados alterado e destaca a ocorrência de 93 paradas relacionadas ao “PENTE”, que somaram 1.477 horas, o que representa 47,2% do total de serviços de manutenção corretiva registrados no banco de dados durante o período.

**Figura 28 – Banco de dados das paradas para manutenção corretiva com destaque para as perdas relacionadas ao PENTE**

R1													PENTE				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Q	R	S	T	U	
S.M. N	Máquina	Tipo de Máquina	Setor	Mês de Emissão	Data do Início	Data do Tér	Tempo Total da Intervenção	Origem	Tipo de Manutenção	Descrição da Solu	Problema	Motivo:	PENTE	93	1477:00:00	47,2%	
206	161987	TS941	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	11:30:00	MECANIC	COMPF	PARAFUSO TOUQUE	PENTE CIRCULAR COM AS PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				
207	174319	TS935	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	6:30:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PENTE CIRCULAR COM AS PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				
208	174336	TS942	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	6:25:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PENTE CIRCULAR COM 8 PUAS SOLTAS E PUAS COM DESGASTE	PENTE	PENTE PUA				
209	174403	TS933	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	1:10:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	2 PARAFUSOS QUEBRADOS	PENTE	PARAFUSO QUEBRADOR				
210	174240	TS944	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	2:00:00	MECANIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	PENTE CIRCULAR COM PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				
211	174403	TS944	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	1:00:00	MECANIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	2 PARAFUSOS QUEBRADOS	PENTE	PARAFUSO				
212	174439	TS947	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	2:30:00	MECANIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	PENTE CIRCULAR COM DESGASTE EM SUPORTE E ANEL DE ELEVACAO DAS PUAS	PENTE	PENTE PUA ANEL				
213	161985	TS942	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	3:45:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PENTE CIRCULAR COM 8 PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				
214	174334	TS917	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	1:03:00	MECANIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	CORREIAS A 76 COM DESGASTE	PENTE	CORREIA				
215	174466	TS934	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	3:00:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PENTE CIRCULAR COM 6 PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				
216	143944	TS934	0RE07	0RE07	EVERE07	0RE07	1:00:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	1 PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA	PENTE	PARAFUSO SUPORTE CINTA MESA				
217	143940	TS941	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:15:00	LETRIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	CLP NÃO ESTÁ O TEAR	PENTE	CLP				
218	143931	TS991	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	0:15:00	LETRIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	TEAR NÃO PARA QUANDO QUEBRA OS FIOS	PENTE	FIOS				
219	174444	TS939	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	0:20:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO				
220	172960	TS944	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	29:55:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PENTE CIRCULAR COM AS PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				
221	174077	TS947	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:30:00	MECANIC	COMPF	PARAFUSO DA ALAVANCA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO ALAVANCA					
222	143937	TS937	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:50:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO SUPORTE CINTA				
223	143933	TS934	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	2:10:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DA ALAVANCA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO ALAVANCA				
224	143933	TS932	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:00:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DA ALAVANCA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO ALAVANCA				
225	174475	TS931	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:20:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO SUPORTE CINTA				
226	174474	TS933	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:40:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO SUPORTE CINTA				
227	143939	TS937	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:00:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO SUPORTE CINTA				
228	174334	TS946	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	1:00:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PARAFUSO DA ALAVANCA QUEBRADO	PENTE	PARAFUSO ALAVANCA				
229	174477	TS935	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	0:35:00	LETRIC	COMPF	TRABALHO PARA BOLA	O TEAR NÃO RODA	PENTE	RODAR				
230	26146	TS946	0RE07	0RE07	HARCO07	0RE07	12:10:00	MECANIC	COMPF	SOLICIT	PENTE COM AS PUAS SOLTAS	PENTE	PENTE PUA				

Fonte: Figura elaborada pelo autor

A segunda maior proporção de tempo encontrada foi resultante das paradas relacionadas ao “PARAFUSO”. Foram encontradas 617 ocorrências, que somaram quase 857 horas, o que representou 27,4% das paradas de manutenção corretiva. Como essa classificação é muito genérica, uma vez que existem mais que 300 parafusos em um tear, foi feita uma segunda análise que identificou o “parafuso de fixação do suporte da alavanca na mesa” como o mais relevante destes problemas. A Figura 29 ilustra essa informação.

**Figura 29 – Banco de dados das paradas para manutenção corretiva com destaque para as perdas relacionadas ao PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA**

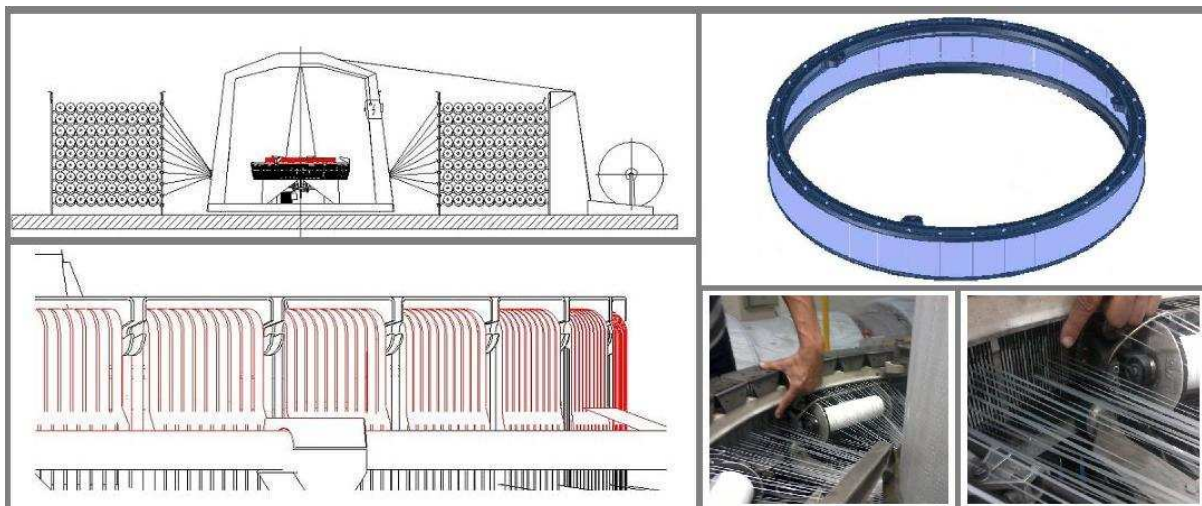
R1													PARAFUSO				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Q	R	S	T	U	
S.M. N°	Máquina	Tipo de Máquina	Setor	Mês de Emissão	Data de Início	Data de Término	Tempo Total da Intervenção	Origem	Tipo de Manutenção	Descrição da Solução	Problema	Motivo:	PARAFUSO	617	856:55:00	27,4%	
28	16302	TS041	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:30:00	ELETRICO	COHFP	ULTRA SOM NÃO LIGA	ULTRA SOM NÃO LIGA	PARAFUSO	SOM LIGANDO				
29	174322	TS024	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:50:00	MECANICO	COHFP	PIVETE DO SUPORTE INFERIOR DA CINTA QUEBRADA NA MESA DO TEAR	PIVETE DO SUPORTE INFERIOR DA CINTA QUEBRADA NA MESA DO TEAR	PARAFUSO	SUPORTE CINTA MESA				
30	174414	TS071	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:25:00	ELETRICO	COHFP	MAQUINA PERDENDO OS PARAMETROS	MAQUINA PERDENDO OS PARAMETROS	PARAFUSO	PARAMETROS				
31	174592	TS044	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:30:00	ELETRICO	COHFP	PARAFUSO QUEBRADO	PARAFUSO QUEBRADO	PARAFUSO	PARAFUSO				
32	174592	TS047	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:35:00	ELETRICO	COHFP	ERRO BUS	ERRO BUS	PARAFUSO	BUS				
33	174561	TS094	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:10:00	MECANICO	COHFP	BOBINADOR TRIPIDAÇÃO	BOBINADOR TRIPIDAÇÃO	PARAFUSO	BOBINA				
34	174791	TS042	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:50:00	MECANICO	COHFP	2 PARAFUSOS QUEBRADOS NA MESA DO TEAR CANTO CAR	2 PARAFUSOS QUEBRADOS NA MESA DO TEAR CANTO CAR	PARAFUSO	PARAFUSO MESA				
35	174562	TS023	BRFET	JANERJ	*****	*****	2:25:00	MECANICO	COHFP	01 PARAFUSO QUEBRADO NA MESA DO TEAR	01 PARAFUSO QUEBRADO NA MESA DO TEAR	PARAFUSO	PARAFUSO MESA				
36	174419	TS010	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:20:00	MECANICO	COHFP	ROLAMENTO TRAVADO	ROLAMENTO TRAVADO	PARAFUSO	ROLAMENTO				
37	174792	TS044	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:20:00	MECANICO	COHFP	PARAFUSO QUEBRADO	PARAFUSO QUEBRADO	PARAFUSO	PARAFUSO				
38	174549	TS044	BRFET	JANERJ	*****	*****	2:10:00	MECANICO	COHFP	PENTE CIRCULAR COM DESGASTE EM 4 PULHAS	PENTE CIRCULAR COM DESGASTE EM 4 PULHAS	PARAFUSO	PENTE PUA				
39	174595	TS083	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:30:00	MECANICO	COHFP	PENTE COM 2 CONJUNTO	PENTE COM 2 CONJUNTO	PARAFUSO	PENTE				
40	174211	TS091	BRFET	JANERJ	*****	*****	2:00:00	MECANICO	COHFP	PENTE	PENTE	PARAFUSO	PENTE				
41	174614	TS011	BRFET	JANERJ	*****	*****	2:30:00	ELETRICO	COHFP	FOI SOLICITADO A TRANSFERENCIA DOS CLP'S E IHM	FOI SOLICITADO A TRANSFERENCIA DOS CLP'S E IHM	PARAFUSO	CLP IHM				
42	174516	TS022	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:42:00	ELETRICO	COHFP	ULTRASSOM COM ALARME	ULTRASSOM COM ALARME	PARAFUSO	ULTRASSOM				
43	174314	TS044	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:20:00	ELETRICO	COHFP	TEAR NÃO RODA	TEAR NÃO RODA	PARAFUSO	RODAR				
44	174314	TS014	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:10:00	ELETRICO	COHFP	ULTRASSOM DESREGULADO	ULTRASSOM DESREGULADO	PARAFUSO	ULTRASSOM				
45	174688	TS044	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:35:00	ELETRICO	COHFP	CLP NÃO ESTA FUNCIONANDO	CLP NÃO ESTA FUNCIONANDO	PARAFUSO	CLP FUNCIONA				
46	174370	TS094	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:00:00	ELETRICO	COHFP	MOTOR DO BOBINADOR ESTA RODANDO COM VELOCIDADE ALTA	MOTOR DO BOBINADOR ESTA RODANDO COM VELOCIDADE ALTA	PARAFUSO	MOTOR BOBINA RODAR VELOCIDADE				
47	16303	TS091	BRFET	JANERJ	*****	*****	0:12:00	ELETRICO	COHFP	RELACIONADE ALTA	RELACIONADE ALTA	PARAFUSO	RINGUE FIOS				
48	174561	TS041	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:30:00	MECANICO	COHFP	PIVETE DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA DO TEAR	PIVETE DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA DO TEAR	PARAFUSO	PARAFUSO SUPORTE CINTA MESA				
49	174317	TS043	BRFET	JANERJ	*****	*****	10:20:00	MECANICO	COHFP	BOBINADOR DANDO TRANCO	BOBINADOR DANDO TRANCO	PARAFUSO	BOBINA				
50	174417	TS042	BRFET	JANERJ	*****	*****	2:25:00	MECANICO	COHFP	3 PARAFUSO QUEBRADO NA MESA DO TEAR	3 PARAFUSO QUEBRADO NA MESA DO TEAR	PARAFUSO	PARAFUSO MESA				
51	174618	TS044	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:00:00	MECANICO	COHFP	1 PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA DO TEAR	1 PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA DO TEAR	PARAFUSO	PARAFUSO SUPORTE CINTA MESA				
52	174618	TS028	BRFET	JANERJ	*****	*****	1:10:00	MECANICO	COHFP	1 PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA DO TEAR	1 PARAFUSO DO SUPORTE DA CINTA QUEBRADO NA MESA DO TEAR	PARAFUSO	PARAFUSO SUPORTE CINTA MESA				

Fonte: Figura elaborada pelo autor

Após identificados as duas perdas que mais geram manutenção corretiva, os próximos itens tratarão separadamente cada uma, sugerindo opções para reprojeto de equipamentos e desenvolvendo técnicas de monitoramento de condições, para treinamento dos operadores. O último item do capítulo (5.3.4) contém um procedimento com os itens a serem monitorados para evitar esses problemas.

### 5.3.2 Perdas relacionados ao PENTE: Reprojeto de equipamento e desenvolvimento de técnicas de monitoramento

**Figura 30 – PENTE e os conjuntos de puas**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

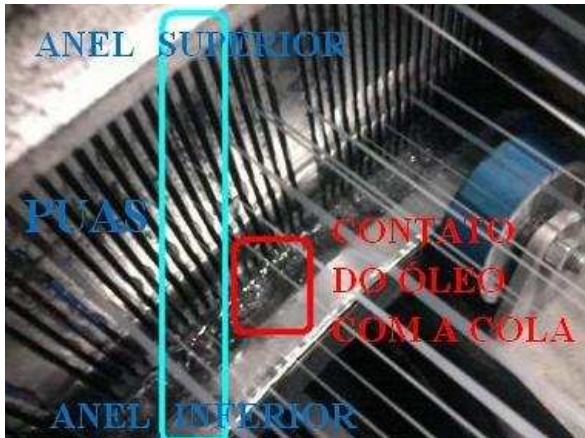
Como se pode verificar na Figura 30, o pente é uma peça localizada na parte central do tear e é o último lugar por onde os fios de urdume que saem das gaiolas passam antes de ocorrer a inserção das tramas e formação do tecido. O pente é formado por conjuntos de 16 puas cadas (em vermelho na parte inferior esquerda da Figura 16). Cada fio de urdume passa entre duas puas, fixadas nos anéis superior e inferior do pente por meio de uma cola. O fio de urdume passa pela pua num movimento de sobe e desce, o que faz necessário que não haja nenhuma obstrução na abertura, caso contrário, ocorre uma quebra de fio (conforme visto no item 3.4.1.3). A ocorrência de seguidas quebras deve chamar a atenção do tecelão para solicitar a substituição ou restauração do pente (caso não haja um pente substituto pronto). As causas que deterioram o pente são:

- Óleo utilizado para lubrificação do material reage com a cola do pente, tornando-a dúctil e propensa a quebrar com as vibrações do tear. A quebra da cola faz as puas se aproximarem e obstruírem a passagem do fio de urdume.
- Rompimento das puas devido à pressão resultante do peso do anel superior (sustentado pelas puas) e da grande vibração do tear.
- Presença de peças, como parafusos, presos em uma das lançadeiras que giram em frente ao pente, e danificam a forma das puas.

- Acúmulo de sujeira nas aberturas das puas, obstruindo a passagem do fio.

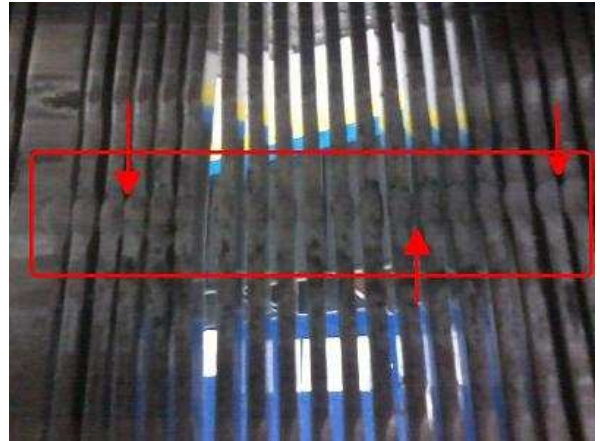
Na Figura 31, é possível visualizar as duas primeiras causas, enquanto a Figura 32 ilustra a terceira causa:

**Figura 31 – Contato do óleo com a cola e sustentação do anel superior por meio das puas**



Fonte: Figura elaborada pelo autor

**Figura 32 – Puas deformadas pela presença de peças presas em uma das lançadeiras**



Fonte: Figura elaborada pelo autor

Percebe-se que a sustentação entre os anéis é garantida pelas puas e por algumas barras mais grossas espaçadas, mas que também são mantidas apenas através da cola. Na parte inferior, é possível notar o acúmulo do óleo, que reage com a cola, que rompe e favorece a aproximação das puas.

#### 5.3.2.1 Perdas relacionadas ao PENTE: Reprojetado de equipamento

O autor, junto aos encarregados do setor de Tecelagem e da Manutenção, buscou alternativas para dar mais estabilidade aos pentes, de modo a minimizar a deteriorização da sua estrutura. As duas opções levantadas foram:

- Criar um pente no qual as barras mais grossas que contribuem para a sustentação do pente sejam fixadas por parafusos e não apenas pela cola. Isso reduzirá a pressão sobre as puas, mantendo-as na posição e espaçamento correto por mais tempo. A Figura 33 ilustra um pente restaurado desta maneira e já em fase de testes na Zaraplast.

**Figura 33 – Pente restaurado com estrutura mais resistente**



**Fonte: Foto tirada pelo autor**

- Buscar uma cola ou um óleo diferente, de modo que a combinação utilizada não reaja e gere a quebra da cola e consequente liberação das puas. Até a conclusão deste trabalho, a equipe ainda não havia encontrado uma solução economicamente viável.

#### 5.3.2.2 Perdas relacionadas ao PENTE: Desenvolvimento de técnicas de monitoramento

As três causas identificadas para deteriorização do pente resultam na aproximação das puas e obstrução da passagem dos fios, gerando as quebras de fios e longas paradas para substituição das peças. Além dessas causas, outro fator também contribui para a obstrução da passagem dos fios: o acúmulo de sujeira (pó) entre as puas. Neste caso, mesmo que o pente não esteja quebrado, as quebras de fios ocorrem com grande frequência.

Para reduzir a probabilidade de ocorrência destas perdas, o autor sugeriu alguns itens de verificação e limpeza a serem realizados pelo próprio operador durante a operação, incluindo: *verificação da estabilidade e do formato das puas; verificação da situação da cola e limpeza das puas*

A Figura 34 mostra puas que já não estão fixas. Pode-se notar que na parte superior, a aproximação entre elas é diferente nas duas partes da figura.

**Figura 34 – Puas em posições diferentes devido ao rompimento da cola, causando obstrução da passagem**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

A Figura 32, exposta anteriormente mostra puas fixas, porém com o formato irregular, com pontos de contato entre duas barras e conseqüente obstrução da passagem do fio. Já na Figura 35 as puas estão fixas e no formato adequado. Porém percebe-se que a cola está desgastada (parte destacada da figura), o que pode causar quebra das puas a qualquer momento.

**Figura 35 – Puas fixas porém com a cola rompendo**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Na lado esquerdo da Figura 36, nota-se um grande acúmulo de sujeira nas puas. Já no lado direito, as mesmas puas estão limpas, diminuindo a chance ocorrerem quebras de fios.

**Figura 36 – Puas com acúmulo de sujeira (à esquerda) e puas limpas (à direita)**

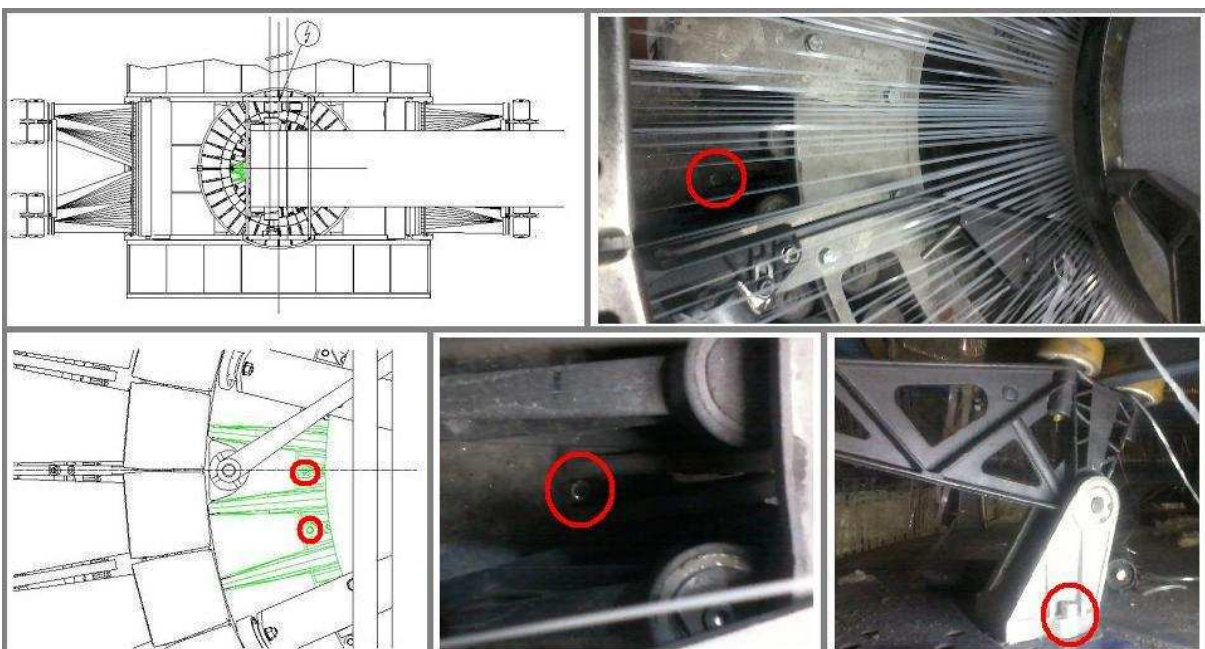


Fonte: Fotos tiradas pelo autor

O reconhecimento dessas condições e tomada de ação reduz os riscos, minimiza o tempo de parada e otimiza a produção do tear.

### 5.3.3 Perdas relacionadas ao PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA: Reprojeto de equipamento e desenvolvimento de técnicas de monitoramento

**Figura 37 – PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA**



Fonte: Figura elaborada pelo autor

A base do tear contém 36 alavancas simétricas, fixadas à “mesa do tear” por meio de dois parafusos cada, conforme a Figura 37. As roldanas dessas alavancas são responsáveis pelo movimento que garante a inserção adequada dos fios de trama entre os fios de urdume. Quando ocorre uma quebra de alavanca, o mecânico deve tirar o conjunto “suporte-lançadeira-cinta” antigo e colocar um novo ou restaurado. A principal causa apontada pelos mecânicos para ocorrência de quebras de alavancas é o mau estado das roldanas e rolamentos, que gera uma resistência elevada ao movimento e resulta na quebra da alavanca. A restauração dura em torno de 20 minutos, mas o que torna este problema dos mais impactantes é a dificuldade para tirar uma alavanca quebrada. Isso ocorre porque muitas vezes o parafuso de fixação continua preso à mesa do tear, e o mecânico pode levar até uma hora e meia para conseguir retirá-lo e substituir o conjunto.

A Figura 38 ilustra a posição do parafuso de fixação e o método realizado para tirar o parafuso em um caso onde ele permanece acima do eixo da mesa (através do pulsão) e em um caso onde ele fica preso apenas na espessura da mesa (através da furadeira de rosca).

**Figura 38 – Procedimentos para tirar um parafuso quebrado**



**Fonte: Fotos tiradas pelo autor**

Essas fotos foram tiradas de teares que estavam parados para manutenção preventiva. Na prática, a atividade de tirar um parafuso em um tear com todos seus componentes é muito mais difícil de ser realizada do que parece nessas fotos.

### 5.3.3.1 Perdas relacionadas ao PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA: Reprojeto de equipamento

O autor, junto aos encarregados da Manutenção, buscou uma alternativa para reduzir o tempo das paradas causadas pelo problema desse parafuso. A opção escolhida foi:

- Substituir, gradativamente, todos esses parafusos de fixação por parafusos passantes. Um parafuso assim, mesmo quando rompe na parte superior à mesa, ainda tem uma base abaixo da mesa, que facilita sua retirada. A Figura 39 ilustra um desses parafusos, visto por baixo do tear.

**Figura 39 – Utilização de parafuso passante**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

### 5.3.3.2 Perdas relacionadas ao PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO SUPORTE DA ALAVANCA NA MESA: Desenvolvimento de técnicas de monitoramento

Um tear opera a uma velocidade de até 1.050rpm (de acordo com o modelo), o que exige que todas as peças importantes para esta rotação estejam em boas condições de uso. O mau estado das roldanas e rolamentos das alavancas associado à vibração que ocorre durante a operação dificulta a rotação e é a causa de rompimentos de várias partes do tear. Isso se confirma pois a frequência de rompimentos é muito inferior nas primeiras semanas após a realização da manutenção preventiva do tear, quando essas roldanas e rolamentos são substituídos.

Apesar de não ser viável substituir esses elementos num espaço de tempo menor, deve-se monitorar no dia-a-dia as condições dos mesmos, de modo a antecipar um rompimento. Para isso, deve-se basicamente orientar o tecelão a verificar se as roldanas estão

fixas no lugar adequado, se não estão desgastadas fisicamente e se estão girando corretamente (o que depende da condição do rolamento).

#### 5.3.4 Procedimento de Monitoramento de Condições

O documento mostrado na Figura 40 será utilizado no programa de capacitação dos colaboradores. Esta capacitação possibilitará aos tecelões verificar regularmente as condições de alguns elementos, de modo a prever as falhas e agir de forma preventiva e, conseqüentemente, reduzir os desperdícios gerados por quebras de fios ou paradas para manutenção.

**Figura 40 – Documento para programa de capacitação dos colaboradores.**

 ZARAPLAST		TECELAGEM		Itens de verificação e limpeza do Tecelagem	
Item	Verificar	Limpar	Método	Recurso	Periodicidade
Estabilidade das puas			Verificação visual, manual e sonora	- - -	Diária
Formato das puas			Verificação visual	- - -	Diária
Situação da cola			Verificação visual	- - -	Diária
Limpeza das puas			Limpar a sujeira entre as puas para desobstruir a passagem do fio	Mangueira de ar comprimido ou estopa	Semanal
Formato das roldanas			Verificação visual	- - -	Diária
Formato das borrachas das roldanas			Verificação visual	- - -	Diária
Fixação das roldanas			Verificação visual e manual	- - -	Semanal
Movimento das roldanas / condição do rolamento			Verificação visual e manual (testar se elas estão girando livremente)	- - -	Semanal

**Fonte: Documento elaborado pelo autor**



## 6 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PARA REDUÇÃO DAS PARADAS POR FALTA DE MATÉRIA-PRIMA

### 6.1 O PROBLEMA DA PROGRAMAÇÃO

#### 6.1.1 Aplicação dos conceitos de programação ao ambiente Tecelagem x Extrusão

Como visto no capítulo 3, a falta de matéria-prima é um dos principais modos de paradas da Tecelagem, causadas pela inexistência de um mapeamento das necessidades de materiais. Para atacar esta infeciência, deve-se entender as características da interface entre a Tecelagem e seu fornecedor interno, a Extrusão. O autor classificou a programação da extrusão através de alguns critérios já expostos neste trabalho, conforme Tabela 21.

**Tabela 21 – Classificações da relação entre a Tecelagem e seu setor fornecedor (Extrusão de Ráfia)**

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Ambiente de programação	Máquinas em paralelo
Tipo de operação	Repetitivos em lote (flow shop, linha de produção)
Tipo de produção	Produção puxada

**Fonte:** Tabela elaborada pelo autor

A classificação em “máquinas em paralelo” se justifica uma vez que o setor de Extrusão de Ráfia é composto atualmente por 5 máquinas capazes de produzir todos os intermediários utilizados no setor de Tecelagem. Essa situação é condizente com a seguinte classificação de programação em máquinas paralelas: “Nesse caso há “m” máquinas idênticas (“em paralelo”) e “n” ordens, que devem ser processadas em qualquer uma das máquinas. A caracterização “em paralelo” equivale dizer que há alternativas de processamento de cada ordem em diferentes máquinas, estas não necessariamente estão dispostas lado a lado” (LUSTOSA et al., 2008, p. 175).

A classificação em “repetitivos em lote” se aplica por tratar de uma produção de volume médio que utiliza equipamentos e mão-de-obra flexíveis para alterar a produção. Isso ocorre no setor de Extrusão onde cada máquina produz lotes de até 220 rocas de trama ou

urdume e os operadores são capazes de produzir quaisquer produtos entre os especificados internamente.

Como foi citado no item 1.2, a Tecelagem é o setor no qual é feita a programação da fábrica. Em função dele, os setores clientes têm sua programação empurrada e o setor fornecedor, a Extrusão de Ráfia, tem sua programação puxada.

### 6.1.2 A relação entre a produção da Tecelagem e da Extrusão

A operação da Tecelagem pode ser classificada como uma “transformação ou montagem” das ráfias produzidas no setor de Extrusão. Os tecidos produzidos são basicamente rearranjos de fios de acordo com certas especificações, o que significa que toda a massa de tecido produzida requer uma mesma massa de fios. As Tabelas 22 e 23 mostram as produções da tecelagem nos meses de Março e Abril de 2012.

**Tabela 22 – Produção da tecelagem (em metros e em kg) no mês de Março de 2012**

<b>Dia</b>	<b>Produção (metros)</b>	<b>Produção (kg)</b>	<b>Dia</b>	<b>Produção (metros)</b>	<b>Produção (kg)</b>
1/3/2012	473.579,2	37.575,3	21/3/2012	811.027,2	70.738,5
2/3/2012	482.770,9	38.637,9	22/3/2012	479.299,9	41.281,1
3/3/2012	431.604,9	31.067,7	23/3/2012	593.883,1	46.925,0
4/3/2012	0,0	0,0	24/3/2012	471.775,9	42.862,7
5/3/2012	499.062,2	36.667,0	25/3/2012	0,0	0,0
6/3/2012	462.451,3	36.298,9	26/3/2012	492.116,6	42.561,6
7/3/2012	488.446,2	38.419,6	27/3/2012	489.297,1	42.096,4
8/3/2012	502.279,9	38.084,6	28/3/2012	482.672,0	40.614,6
9/3/2012	442.743,9	35.970,6	29/3/2012	463.677,9	37.280,9
10/3/2012	479.635,8	38.641,4	30/3/2012	513.699,7	41.716,2
11/3/2012	0,0	0,0	31/3/2012	441.765,3	36.447,5
12/3/2012	463.379,7	37.328,1			
13/3/2012	504.578,1	40.957,8	Em hora-extra (fora de turno)	38.347,0	7.942,5
14/3/2012	509.462,2	45.121,5			
15/3/2012	469.392,4	40.121,0	<b>TOTAL</b>	12.828.199,9	1.059.907,5
16/3/2012	503.825,5	41.819,8			
17/3/2012	442.107,4	37.218,4	Turnos de Produção	81	
18/3/2012	0,0	0,0			
19/3/2012	309.456,1	26.373,7	<b>Média por Turno</b>	158.372,8 m	13.085,3 kg
20/3/2012	85.862,8	9.137,4			
<b>Projeção para 120 teares (situação atual)</b>				166708,3 m	13.774,0 kg

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Tabela 23 – Produção da tecelagem (em metros e em kg) no mês de Abril de 2012

Dia	Produção (metros)	Produção (kg)	Dia	Produção (metros)	Produção (kg)
1/4/2012	0,0	0,0	21/4/2012	136.095,4	11.954,5
2/4/2012	477.500,3	38.646,8	22/4/2012	0,0	0,0
3/4/2012	486.428,9	39.490,7	23/4/2012	429.954,3	25.127,8
4/4/2012	440.153,0	35.421,4	24/4/2012	452.544,4	51.959,1
5/4/2012	410.219,2	34.060,8	25/4/2012	465.187,5	37.252,9
6/4/2012	0,0	0,0	26/4/2012	445.671,0	40.593,5
7/4/2012	0,0	0,0	27/4/2012	455.315,5	37.752,3
8/4/2012	0,0	0,0	28/4/2012	462.471,9	39.464,9
9/4/2012	636.703,4	42.909,5	29/4/2012	0,0	0,0
10/4/2012	431.764,8	35.330,4	30/4/2012	431.944,6	36.090,4
11/4/2012	437.130,5	36.918,3			
12/4/2012	470.429,0	37.965,4			
13/4/2012	431.135,6	35.114,0	Em hora-extra (fora de turno)	25.250,8	6.401,0
14/4/2012	424.979,4	33.776,1			
15/4/2012	0,0	0,0	<b>TOTAL</b>	10.209.400,2	851.301,9
16/4/2012	492.089,1	44.466,1			
17/4/2012	446.719,4	37.917,8	Turnos de Produção	67	
18/4/2012	437.963,1	36.653,1			
19/4/2012	437.165,8	36.347,8	<b>Média por Turno</b>	152.379,1 m	12.706 kg
20/4/2012	444.583,4	39.687,4			
<b>Projeção para 120 teares (situação atual)</b>				160.399,1 m	13.374,7 kg

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

As células em azul indicam as médias de produção por turno (em metros e em kg) no período mencionado. As células em lilás fazem uma projeção da produção para a situação atual do setor de Tecelagem, uma vez que o setor passou de 114 para 120 teares. Conclui-se que a média de produção em um turno de produção é de aproximadamente 13.574,0 kg (variando no período entre 200,0 kg a mais ou a menos). Nesse período foram produzidos 65 diferentes tecidos e consumidas 25 diferentes ráfias produzidas na Extrusão.

Como os setups em teares são muito longos (demandam em torno de 32 pessoas x horas), a estratégia adotada pelas grandes tecelagens é diluir sua necessidade de produção ao longo do mês de maneira a atender a seus clientes internos e externos. Isso quer dizer que se um tear pode produzir cinco mil metros por dia de um tecido que a empresa precisa produzir 250 mil metros, em um mês com 25 dias de produção, o mais adequado é manter dois teares produzindo continuamente este tecido (e não colocar dez teares para produzir durante cinco dias).

Como no período de alta os pedidos se mantêm praticamente constantes, é fácil entender que o consumo médio de 13.574,0 kg por turno também se mantêm sem muitas alterações e é constituído por proporções quase constantes das 25 ráfias diferentes. O consumo constante de 25 produtos intermediários diferentes produzidos em um setor com apenas 5 máquinas é uma das causas da necessidade de estoque entre os setores de Extrusão e Tecelagem. Os demais itens abaixo também salientam a importância desse estoque:

- No momento que o autor começou a tentar solucionar este problema, o setor de Extrusão produzia uma média de até 10.500,0 kg de material por turno de produção. Como o consumo da tecelagem é superior, o setor de Extrusão produz em esquema de turnos 6x2 (o setor produz nos domingos) enquanto a Tecelagem funciona em 6x1 (de domingo a noite até sábado a noite). Com o estoque produzido nesse dia a mais, é possível balancear a produção dos outros dias da semana.
- Algumas ráfias precisam “descansar” 24 horas antes de serem utilizadas na Tecelagem.
- As paradas para manutenção são muito frequentes no setor de Extrusão e a falta de algumas ráfias produzidas em apenas 1 ou 2 extrusoras poderia parar a produção de até 30 teares (25% da Tecelagem), dependendo da programação do dia.
- 14 dos 120 teares da tecelagem produzem tecidos para confecção de big-bags. Esses itens são classificados como “produtos de prateleira” e a empresa precisa de alta flexibilidade para entregá-los rapidamente aos clientes, o que requer material em estoque para uma mudança de programação imediata.

Apesar da existência do estoque, era muito frequente ocorrer paradas de teares por falta de material, conforme visto no item 3.3. Havia estoque de sobra de um material e pouco de outro. A principal causa dessa ineficiência era o método utilizado para programação da Extrusão. A Figura 41 mostra as salas dos encarregados e líderes dos setores de Extrusão de Ráfia e de Tecelagem.

**Figura 41 – Salas dos encarregados dos setores de Extrusão e Tecelagem – Planta e Foto**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Como fica claro, esses dois setores possuem excelente comunicação, o que facilita na resolução de pequenos problemas. Mas no caso da programação, essa facilidade de comunicação acabava prejudicando a produtividade de ambos os setores. A programação era feita de maneira informal sem nenhum horizonte de planejamento que fundamentasse um mapeamento das necessidades de materiais. Frequentemente, um funcionário da tecelagem entrava na sala e dizia que algum material estava acabando e seria necessário para alguns teares. Isso impulsionava os líderes da Extrusão a colocarem esse material em máquina, independente do produto que estava rodando na máquina adequada para a confecção do material. Além de gerar perdas por falta de material na Tecelagem, a produtividade da Extrusão era muito baixa uma vez que haviam muitos e longos setups.

## 6.2 DEFINIÇÃO DO MODELO DE PROGRAMAÇÃO

Como foi citado no item 2.5.2 deste trabalho, itens de demanda dependente são os componentes e matérias-primas em um processo e que têm sua demanda puxada e calculada a partir da demanda de outros produtos. Para a programação destes itens, o MRP é o sistema mais empregado para garantir a disponibilidade dos insumos no momento adequado.

Apesar de ser usual solucionar esse tipo de problema com uso de um MRP, Lustosa et al. (2008, p. 184) afirma que todos “os modelos de programação existentes tratam, do ponto de vista teórico, dos problemas de programação da produção existentes....os problemas reais de programação ainda impõem desafios tanto à comunidade acadêmica quanto aos

profissionais de Engenharia de Produção e Sistemas de Informação”. Portanto, o autor se baseou nos conceitos de MRP para desenvolver um sistema que atendesse às seguintes necessidades:

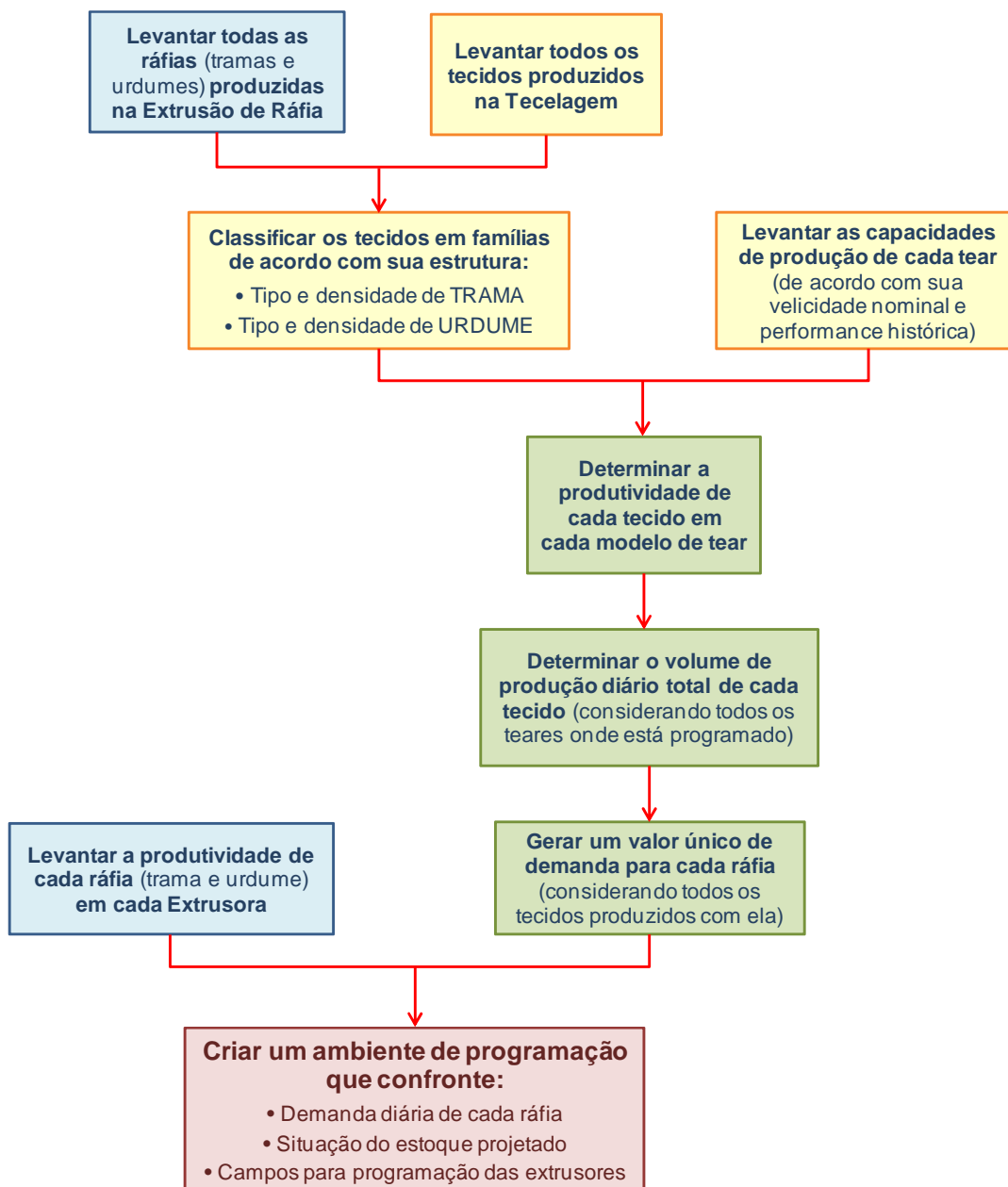
- Interface simples para o programador
- Flexibilidade para cadastro de novos produtos e alterações de produtos existentes
- Flexibilidade para cadastro de novos recursos ou alteração dos parâmetros de produção dos recursos já existentes (tanto do setor fornecedor quanto do setor cliente)
- Possibilidade de atualizar as necessidades periodicamente, de maneira a considerar as produções maiores ou menores que o esperado (calculado a partir de médias históricas)
- Rapidez na obtenção de resultados

Além desses aspectos, optou-se por criar um sistema único que servisse não só para a programação do setor de Extrusão de Ráfia, mas também para a programação da própria Tecelagem. A programação desse setor com 120 teares era feita anteriormente com base apenas experiência do programador. Este sabia quanto cada artigo costumava produzir em cada modelo de tear, e com base na necessidade mensal de cada tecido definia em quantos e quais teares o tecido seria produzido. O sistema único de programação é o mais indicado por Harmond e Peterson (1991), que cita que “tanto a montagem de subconjuntos como a montagem final devem usar a mesma programação de produção”.

### 6.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO

Para dar início ao desenvolvimento do sistema, o autor sequenciou todas as etapas do projeto, destacando quais colaboradores teriam que contribuir em cada uma, conforme o fluxograma abaixo (Figura 42):

**Figura 42 – Fluxograma de atividades para desenvolvimento do Sistema de programação**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

No fluxograma acima, os itens de cor azul precisariam da ajuda de colaboradores do setor de Extrusão enquanto os itens em amarelo demandariam a ajuda de colaboradores do setor de Tecelagem. Os itens verdes seriam de responsabilidade do autor, assim como o item em lilás, que é o produto final (um sistema de programação). Os próximos tópicos vão detalhar a realização de cada item.

### *6.3.1 Dados obtidos com colaboradores da Extrusão de Ráfia*

No momento da criação deste sistema, a Zaraplast produzia 30 diferentes ráfias, sendo elas divididas entre 22 diferentes tramas e 8 diferentes urdumes. O que diferencia cada ráfia são propriedades como título (medido em denier – massa em gramas para 9.000m de fio), resistência, alongamento, tenacidade, largura do fio e cor. A nomenclatura delas é formada pela união das informações: tipo de ráfia (trama ou urdume), título e cor. Assim, uma ráfia chamada de TR-1480-BEGE é uma trama, de título 1.480 denier e cor bege. De acordo com as propriedades de cada ráfia, elas podem ou não ser produzidas em todas as seis máquinas existentes no momento da criação deste sistema. Mesmo quando produzidas em mais que uma máquinas, geralmente a velocidade de produção não é a mesma. A Tabela 24 descreve todas as ráfias existentes no momento da criação deste sistema e suas velocidades de produção (em kg/h) nas 6 extrusoras disponíveis:

Tabela 24 – Ráfias e velocidades de produção nas 6 extrusoras

Ráfia	Extrusora 01	Extrusora 02	Extrusora 03	Extrusora 04	Extrusora 05	Extrusora 06
TR-650-BCO	420	270	351	-	350	-
TR-675-BCO	-	-	364	-	-	-
TR-730-PRETO	-	-	350	-	250	240
TR-820-BCO	-	-	350	380	320	-
TR-820-BEGE	-	-	350	380	320	-
TR-950-BCO	-	-	370	360	305	-
TR-1120-BCO	-	-	400	420	360	-
TR-1200-BCO	-	-	390	430	350	-
TR-1200-BEGE	-	-	390	430	350	-
TR-1380-BCO	-	-	380	450	400	-
TR-1380-BCO-AdConv	-	-	405	440	-	-
TR-1380-BEGE	-	-	380	450	400	-
TR-1380-ad-BCO	-	-	380	300	300	-
TR-1480-BCO	-	-	400	490	400	-
TR-1480-BEGE	-	-	400	490	400	-
TR-1520-BCO	-	-	0	300	250	-
TR-1520-BEGE	-	-	0	300	250	-
TR-1700-BCO	-	-	0	320	275	-
TR-1700-BEGE	-	-	0	320	275	-
TR-1980-BEGE	-	-	0	350	290	-
TR-1980-BCO	-	-	550	350	290	-
TR-1980-BCO-ALÇA	-	-	0	350	290	-
UR-650-BCO	415	290	350	0	380	-
UR-675-BCO	430	-	350	0	450	-
UR-700-TRANSP	500	350	370	0	450	-
UR-850-TRANSP	600	350	400	0	450	280
UR-1080-BCO	350	-	350	240	300	-
UR-1110-BCO	350	-	0	0	0	-
UR-1520-BCO	350	300	0	400	400	-
UR-1800-BCO	370	320	0	450	400	-

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

### 6.3.2 Dados obtidos com colaboradores da Tecelagem

No momento da criação deste sistema, a Zaraplast produzia 104 diferentes tecidos. Um tecido é definido por sua largura, sua gramatura (medida em g/m<sup>2</sup>) e sua cor. Além disso, dois tecidos com mesma largura, gramatura e cor, podem ser diferentes por serem de famílias diferentes. Estas famílias consideram os seguintes aspectos do tecido:

- Gramatura do Tecido
- Trama utilizada
- Densidade de trama: quantos fios de trama a cada 10cm longitudinais do tecido
- Urdume utilizado
- Densidade de urdume: quantos fios de urdume a cada 10cm transversais do tecido
- Formato que o tecido é embobinado: tubular ou plano
- Se o tecido passará ou não por um processo de laminação

A única coisa que difere vários tecidos de uma mesma família é sua largura. Por isso sua nomenclatura é formada a partir da união destas duas informações. Um tecido **114Z49 BR PLA L** tem 114cm de largura e pertence a família de tecidos com gramatura 49 g/m<sup>2</sup>, de cor branca, embobinado no formato plano e que passará por um processo de laminação. A Tabela 25 lista todos os tecidos existentes no momento da criação deste sistema, enquanto a Tabela 26 especifica as características das famílias existentes.

Tabela 25 – Tecidos existentes e classificação por família

Código do Tecido	Nomenclatura	Família	Código do Tecido	Nomenclatura	Família
310010110	53Z54 BR TUB L	2	310020213	100Z180 BR PLA NL	30
310020030	55Z50 BR TUB L	1	310020217	100Z220 BR PLA NL	40
310020031	65Z50 BR TUB L	1	310020235	120Z180 BR PLA NL	30
310020032	49Z50 BR TUB L	1	310020271	47Z54 BR TUB L	4
310020033	50Z50 BR TUB L	1	310020276	75Z49 BR TUB L	17
310020034	45Z50 BR TUB L	1	310020277	96Z49 BR TUB L	17
310020035	35Z50 BR TUB L	1	310020323	60Z180 BR PLA L	30
310020036	54Z50 BR TUB L	1	310020329	70Z49 BR PLA L	17
310020040	60Z54 BR TUB L	4	310020341	108Z135 BR PLA NL	32
310020041	58Z54 BR TUB L	4	310020342	105Z105 BR PLA NL	33
310020042	49Z54 BR TUB L	4	310020351	60Z55 PT-C TUB L	2
310020044	65Z54 BR TUB L	4	310020363	128Z48 BR PLA L	16
310020045	55Z54 BR TUB L	4	310020367	108Z49 BR PLA L	17
310020058	45Z54 BR TUB L	4	310020376	120Z220 BR-M PLA NL	40
310020067	70Z62 BR TUB NL	9	310020389	180Z220 BG-C TUB NL	35
310020068	65Z62 BR TUB NL	9	310020392	180Z240 BG-C TUB NL	34
310020069	73Z62 BR TUB NL	9	310020393	100Z220 BG PLA NL	35
310020070	60Z62 BR TUB NL	9	310020394	110Z190 BR PLA NL	28
310020072	75Z62 BR TUB NL	9	310020395	120Z190 BR PLA NL	28
310020074	65Z62 BG TUB NL	10	310020396	100Z180 BG-C PLA NL	37
310020078	60Z64 BG TUB L	6	310020397	180Z190 BG-C TUB NL	36
310020079	49Z64 BG TUB L	6	310020398	100Z135 BG-C PLA NL	39
310020083	60Z64 BR TUB L	7	310020399	180Z160 BG-C TUB NL	38
310020086	60Z65 BR TUB L	8	310020401	125Z180 BR PLA NL	30
310020087	65Z65 BR TUB L	8	310020402	120Z180 BG PLA NL	37
310020093	64Z82 BR TUB NL	11	310020404	60Z49 BR TUB L	17
310020094	64Z82 BG TUB NL	12	310020420	60Z54 BG TUB L	5
310020096	60Z87 BR TUB NL	13	310020422	47Z64 BR TUB L	7
310020097	60Z87 BG TUB NL	14	310020439	122Z135 BR PLA L	32
310020107	49Z64 BR TUB L	7	310020441	105Z190 BR PLA NL	29
310020122	64Z64 BG TUB L	6	310020455	180Z160 BR-M PLA NL	27
310020123	64Z64 BR TUB L	7	310020457	53Z55 BR TUB L	2
310020129	45Z49 BR TUB L	17	310020459	114Z49 BR PLA L	17
310020132	50Z49 BR TUB L	17	310020464	128Z49 BR PLA L	17
310020139	62Z49 BR TUB L	17	310020465	124Z49 BR PLA L	17
310020144	180Z160 BR TUB NL	27	310020474	39Z54 BR TUB L	4
310020146	180Z190 BR TUB NL	29	310020479	70Z52 BR PLA L	3
310020148	180Z220 BR TUB NL	40	310020488	110Z50 BR PLA L	1
310020156	100Z105 BR PLA L	33	310020490	54Z49 BR TUB L	17
310020158	100Z160 BR PLA L	27	310020491	108Z50 BR PLA L	1
310020160	100Z180 BR PLA L	30	310020493	110Z48 BR PLA L	16
310020162	100Z220 BR PLA L	40	310020513	65Z49 BR TUB L	17
310020163	104Z49 BR PLA L	17	310020516	140Z52 PLA L	3
310020176	110Z49 BR PLA L	17	310020519	104Z55 PT-C PLA L	15
310020188	124Z48 BR PLA L	16	310020520	118Z55 PT-C PLA L	15
310020192	144Z49 BR PLA L	17	310020527	104Z105 BR PLA L	33
310020194	160Z49 BR PLA L	17	310020539	59,5Z54 BR TUB L	2
310020195	164Z49 BR PLA L	17	310020564	122Z105 BR PLA L	33
310020205	75Z49 BR PLA L	17	310020577	109Z49 BR PLA L	17
310020209	100Z135 BR PLA NL	32	310020578	97Z49 BR PLA L	17
310020210	100Z160 BG PLA NL	38	310020579	122Z105 BR PLA NL	33
310020211	100Z160 BR PLA NL	31	310020580	108Z48 BR PLA L	16

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Tabela 26 – Parâmetros de cada família de tecidos

Fam.	Fam.	Formato	Trama	Dens. Trama	Urdume	Dens. Urdume
1	Z50L BR	TUB	TR-950-BCO	20,0	UR-700-TRANSP	36,4
2	Z54L (1) BR	TUB	TR-1120-BCO	20,0	UR-700-TRANSP	36,4
3	Z52L	TUB	TR-650-BCO	32,0	UR-700-TRANSP	36,4
4	Z54L (2) BR	TUB	TR-1200-BCO	19,0	UR-700-TRANSP	36,4
5	Z54L (2) BG	TUB	TR-1200-BEGE	19,0	UR-700-TRANSP	36,4
6	Z64L BG	TUB	TR-1380-BEGE	20,00	UR-700-TRANSP	40,0
7	Z64L BR	TUB	TR-1380-BCO	20,00	UR-700-TRANSP	40,0
8	Z65L BR	TUB	TR-1380-ad-BCO	20,00	UR-1080-BCO	29,2
9	Z62NL BR	TUB	TR-820-BCO	32,00	UR-700-TRANSP	40,00
10	Z62NL BG	TUB	TR-820-BEGE	32,00	UR-700-TRANSP	40,00
11	Z82NL BR	TUB	TR-1480-BCO	23,5	UR-850-TRANSP	44,00
12	Z82NL BG	TUB	TR-1480-BEGE	23,5	UR-850-TRANSP	44,00
13	Z87NL BR	TUB	TR-1480-BCO	25,00	UR-850-TRANSP	46,00
14	Z87NL BR	TUB	TR-1480-BEGE	25,00	UR-850-TRANSP	46,00
15	Z55L PT	TUB	TR-730-PRETO	32,00	UR-700-TRANSP	36,4
16	Z48L BR	PLA	TR-650-BCO	32,00	UR-650-BCO	38,00
17	Z49L BR	PLA	TR-950-BCO	20,0	UR-650-BCO	38,00
18	Z106NL BR	PLA	TR-1380-BCO	35,0	UR-1110*4-BCO	43,00
19	Z59 BR	TUB	TR-675-BCO	37,5	UR-675-BCO	39,6
20	Z58L BR	TUB	TR-1380-BCO	19,0	UR-700-TRANSP	36,4
21						
22						
23						
24						
25						
26	Z240BR	TUB	TR-1980-BCO	49,5	UR-1800-BCO	51,8
27	Z160BR	TUB	TR-1520-BCO	39,0	UR-1520-BCO	44,0
28	Z190BR	TUB	TR-1700-BCO	47,2	UR-1520-BCO	44,0
29	Z190BR	PLA	TR-1700-BCO	49,0	UR-1520-BCO	60,0
30	Z180BR	PLA	TR-1520-BCO	42,0	UR-1520-BCO	60,0
31	Z160BR	PLA	TR-1520-BCO	37,0	UR-1520-BCO	53,3
32	Z135BR	PLA	TR-1520-BCO	34,0	UR-1520-BCO	42,0
33	Z105BR	PLA	TR-950-BCO	30,0	UR-1520-BCO	44,0
34	Z240BGE	TUB	TR-1980-BEGE	49,5	UR-1800-BCO	52,0
35	Z220BGE	PLA	TR-1700-BEGE	47,0	UR-1800-BCO	52,0
36	Z190BGE	PLA	TR-1700-BEGE	49,0	UR-1520-BCO	60,0
37	Z180BGE	PLA	TR-1520-BEGE	42,0	UR-1520-BCO	60,0
38	Z160BGE	PLA	TR-1520-BEGE	39,0	UR-1520-BCO	53,0
39	Z135BGE	PLA	TR-1520-BEGE	34,0	UR-1520-BCO	42,0
40	Z220BCO	PLA	TR-1700-BCO	47,0	UR-1800-BCO	52,0
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Os 120 teares disponíveis na Zaraplast estão divididos entre 6 modelos diferentes: Alpha (38 teares) ; BSW (36 teares) ; Lohia (18 teares) ; SL6 (14 teares) ; SL62 (10 teares) e SL8 (4 teares). Cada modelo tem sua velocidade nominal e apresenta níveis diferentes de produtividade (medido através do OEEZ), que devem ser considerados para elaboração de um sistema de programação mais próximo à realidade. A Tabela 27 indica esses valores:

**Tabela 27 – Velocidades nominais e histórico do indicador OEEZ para cada modelo de Tear**

<b>Modelo</b>	<b>Alpha</b>	<b>BSW</b>	<b>Lohia</b>	<b>SL6</b>	<b>SL62</b>	<b>SL8</b>
Velocidade Nominal (rpm)	1.050	1.000	850	900	600	550
OEEZ histórico	75%	67%	58%	67%	65%	65%

**Fonte: Tabela elaborada pelo autor**

### *6.3.3 Descrição das atividades realizadas pelo autor para gerar o Sistema de Programação*

Para obter resultados rápidos e, ao mesmo tempo, atender às necessidades levantadas no item 6.2 deste trabalho, o autor decidiu pela criação de um sistema em Excel, com uso de VBA (apenas para o cadastro de novos produtos). O sistema criado consiste em uma planilha com 5 abas principais, de modo a organizar as informações e facilitar a utilização. Há também outras abas criadas posteriormente para tratar dados necessários para outras aplicações, como plano de metas e controle do estoque dos setores clientes.

A primeira aba contém as famílias de tecidos e seus respectivos parâmetros (levantados no item 6.3.2), além do cadastro dos diferentes tipos de ráfias. A Figura 43 mostra a situação dessa aba no momento da criação deste sistema:

Figura 43 – Aba 1: Cadastro de famílias de tecidos e tipos ráfias

Fam.	Título Trama	Nome Trama	Dens. Trama	Título Urdume	Nome Urdume	Dens. Urdume	Dens. Urdume Total	Dens. Urdume Média	TIPO DETRAMA	Larg. Calço	TIPO DE URDUME	Larg. Calço					
1	Z50L BR	950	TR-950-BCO	20,0	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	1	TR-850-BCO	850	6,25	1	UR-850-BCO	850	6,25
2	Z54L (1) BR	1120	TR-1120-BCO	20,0	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	2	TR-875-BCO	875	6,25	2	UR-875-BCO	875	6,25
3	Z52L	850	TR-850-BCO	32,0	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	3	TR-730-PRETO	730	6,25	3	UR-700-TRANSP	700	6,25
4	Z54L (2) BR	1200	TR-1200-BCO	19,0	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	4	TR-820-BCO	820	8	4	UR-850-TRANSP	850	6,25
5	Z54L (2) BG	1200	TR-1200-BEGE	19,0	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	5	TR-820-BEGE	820	8	5	UR-1080-BCO	1080	8
6	Z84L BG	1380	TR-1380-BEGE	20,00	700	UR-700-TRANSP	40,0	40,0	40,0	6	TR-850-BCO	850	10,5	6	UR-1110-BCO	1110	0
7	Z64L BR	1380	TR-1380-BCO	20,00	700	UR-700-TRANSP	40,0	40,0	40,0	7	TR-1120-BCO	1120	10,5	7	UR-1520-BCO	1520	6,25
8	Z65L BR	1380	TR-1380-aj-BCO	20,00	1080	UR-1080-BCO	29,2	29,2	29,2	8	TR-1200-BCO	1200	11,5	8	UR-1800-BCO	1800	6,25
9	Z62NL BR	820	TR-820-BCO	32,00	700	UR-700-TRANSP	40,00	40,00	40,0	9	TR-1200-BEGE	1200	11,5	9	-	0	0
10	Z62NL BG	820	TR-820-BEGE	32,00	700	UR-700-TRANSP	40,00	40,00	40,0	10	TR-1380-BCO	1380	11,5	10	-	0	0
11	Z82NL BR	1480	TR-1480-BCO	23,5	850	UR-850-TRANSP	44,00	44,00	44,0	11	TR-1380-BEGE	1380	11,5				
12	Z82NL BG	1480	TR-1480-BEGE	23,5	850	UR-850-TRANSP	44,00	44,00	44,0	12	TR-1380-aj-BCO	1380	11,5				
13	Z87NL BR	1480	TR-1480-BCO	25,00	850	UR-850-TRANSP	46,00	46,00	46,0	13	TR-1480-BCO	1480	11,5				
14	Z87NL BR	1480	TR-1480-BEGE	25,00	850	UR-850-TRANSP	46,00	46,00	46,0	14	TR-1480-BEGE	1480	11,5				
15	Z55L PT	730	TR-730-PRETO	32,00	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	15	TR-1520-BCO	1520	12				
16	Z48L BR	850	TR-850-BCO	32,00	850	UR-850-BCO	38,00	38,00	38,0	16	TR-1520-BEGE	1520	12				
17	Z49L BR	950	TR-950-BCO	20,0	850	UR-850-BCO	38,00	38,00	38,0	17	TR-1700-BCO	1700	12				
18	Z106NL BR	1380	TR-1380-BCO	35,0	1100	UR-1110*4-BCO	43,00	43,00	43,0	18	TR-1700-BEGE	1700	12				
19	Z59 BR	675	TR-675-BCO	37,5	675	UR-675-BCO	39,6	39,6	39,6	19	TR-1980-BEGE	1980	12				
20	Z58L BR	1380	TR-1380-BCO	19,0	700	UR-700-TRANSP	36,4	36,4	36,4	20	TR-1980-BCO	1980	12				

Fonte: Figura elaborada pelo autor

A segunda aba é o onde é feito o cadastro dos tecidos. No momento dos cadastros, esses tecidos são associados às famílias disponíveis na aba anterior. Desta forma o programador não necessita cadastrar individualmente todos os parâmetros do tecido (como tipo de trama, tipo de urdume, densidades, etc.). Ao realizar este cadastro, na mesma aba, é possível verificar qual a produção nominal e ‘real’ esperada para o tecido em cada modelo de tear (a partir do cadastro das velocidades nominais e níveis de performance, feito também nesta aba). As Figuras 44 e 45 ilustram a situação inicial desta aba.

Figura 44 – Aba 2: Cadastro de tecidos e classificação de acordo com as famílias

Código	Artigo	Familia	LgTotal	Tub. Leve (1) Tub Pes (2) Plan Leve (3) Plan Pes (4)	Convencional (1) Laminado (2) Bag (3)	TR	TR	DTR	UR	UR	DUR	GR TR	GR UR
310010110	53254 BR TUB L	2	106	1	2	1120	TR-1120-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0258	0.0294
310020030	55250 BR TUB L	1	110	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0227	0.0305
310020031	65250 BR TUB L	1	130	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0268	0.0360
310020032	49250 BR TUB L	1	98	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0202	0.0271
310020033	50250 BR TUB L	1	100	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0207	0.0277
310020034	45250 BR TUB L	1	90	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0186	0.0249
310020035	35250 BR TUB L	1	70	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0145	0.0194
310020036	54250 BR TUB L	1	108	1	2	950	TR-950-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0223	0.0299
310020040	60254 BR TUB L	4	120	1	2	1200	TR-1200-BCO	19.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0297	0.0332
310020041	58254 BR TUB L	4	116	1	2	1200	TR-1200-BCO	19.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0287	0.0321
310020042	49254 BR TUB L	4	98	1	2	1200	TR-1200-BCO	19.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0243	0.0271
310020044	65254 BR TUB L	4	130	1	2	1200	TR-1200-BCO	19.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0322	0.0360
310020045	55254 BR TUB L	4	110	1	2	1200	TR-1200-BCO	19.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0273	0.0305
310020058	45254 BR TUB L	4	90	1	2	1200	TR-1200-BCO	19.00	700	UR-700-TRANSP	36.40	0.0223	0.0249
310020067	70262 BR TUB NL	9	140	1	1	820	TR-820-BCO	32.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0399	0.0426
310020068	65262 BR TUB NL	9	130	1	1	820	TR-820-BCO	32.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0371	0.0396
310020069	73262 BR TUB NL	9	146	1	1	820	TR-820-BCO	32.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0416	0.0444
310020070	60262 BR TUB NL	9	120	1	1	820	TR-820-BCO	32.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0342	0.0365
310020072	75262 BR TUB NL	9	150	1	1	820	TR-820-BCO	32.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0428	0.0467
310020074	65262 BG TUB NL	10	130	1	1	820	TR-820-BEGE	32.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0371	0.0396
310020078	60264 BG TUB L	6	120	1	2	1380	TR-1380-BEGE	20.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0360	0.0365
310020079	49264 BG TUB L	6	98	1	2	1380	TR-1380-BEGE	20.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0294	0.0298
310020083	60264 BR TUB L	7	120	1	2	1380	TR-1380-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0360	0.0365
310020086	60265 BR TUB L	8	120	1	2	1380	R-1380-ad-BCO	20.00	1080	UR-1080-BCO	29.20	0.0360	0.0411
310020087	65265 BR TUB L	8	130	1	2	1380	R-1380-ad-BCO	20.00	1080	UR-1080-BCO	29.20	0.0390	0.0446
310020093	64282 BR TUB NL	11	128	1	1	1480	TR-1480-BCO	23.5	850	UR-850-TRANSP	44.00	0.0484	0.0520
310020094	64282 BG TUB NL	12	128	1	1	1480	TR-1480-BEGE	23.5	850	UR-850-TRANSP	44.00	0.0484	0.0520
310020096	60287 BR TUB NL	13	120	1	1	1480	TR-1480-BCO	25.00	850	UR-850-TRANSP	46.00	0.0483	0.0510
310020097	60287 BG TUB NL	14	120	1	1	1480	TR-1480-BEGE	25.00	850	UR-850-TRANSP	46.00	0.0483	0.0510
310020107	49264 BR TUB L	7	98	1	2	1380	TR-1380-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0294	0.0298
310020122	64264 BG TUB L	6	128	1	2	1380	TR-1380-BEGE	20.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0384	0.0390
310020123	64264 BR TUB L	7	128	1	2	1380	TR-1380-BCO	20.00	700	UR-700-TRANSP	40.00	0.0384	0.0390

SALVAR ALTERAÇÕES

Observação: Após usar o botão "SALVAR ALTERAÇÕES", o Excel não permite "desfazer" a alteração! Portanto, caso a alteração tenha sido errada, deve-se fechar a planilha sem salvá-la e abrir novamente.

Fonte: Figura elaborada pelo autor

Figura 45 – Aba 2: Cadastro de tecidos e estimativa de produção diária em cada modelo de tear

Código	Artigo	Familia	Dens. PP	Mindia	Alpha		BSW		Lohia		SL6		SL62		SL8	
					rpm	Real (com performance)	rpm	Real (com performance)	rpm	Real (com performance)	rpm	Real (com performance)	rpm	Real (com performance)	rpm	Real (com performance)
310010110	53254 BR TUB L	2	1.440	1.050	75	1.000	67	850	58	900	67	600	65	550	65	
310020030	55250 BR TUB L	1		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020031	65250 BR TUB L	1		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020032	49250 BR TUB L	1		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020033	50250 BR TUB L	1		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020034	45250 BR TUB L	1		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020036	54250 BR TUB L	1		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020040	60254 BR TUB L	4		7958	5968	7579	5078	6442	3736	6821	4570	4547	2956	4168	2709	
310020041	58254 BR TUB L	4		7958	5968	7579	5078	6442	3736	6821	4570	4547	2956	4168	2709	
310020042	49254 BR TUB L	4		7958	5968	7579	5078	6442	3736	6821	4570	4547	2956	4168	2709	
310020044	65254 BR TUB L	4		7958	5968	7579	5078	6442	3736	6821	4570	4547	2956	4168	2709	
310020045	55254 BR TUB L	4		7958	5968	7579	5078	6442	3736	6821	4570	4547	2956	4168	2709	
310020058	45254 BR TUB L	4		7958	5968	7579	5078	6442	3736	6821	4570	4547	2956	4168	2709	
310020067	70262 BR TUB NL	9		4725	3544	4500	3015	3825	2219	4050	2714	2700	1755	2475	1609	
310020068	65262 BR TUB NL	9		4725	3544	4500	3015	3825	2219	4050	2714	2700	1755	2475	1609	
310020069	73262 BR TUB NL	9		4725	3544	4500	3015	3825	2219	4050	2714	2700	1755	2475	1609	
310020070	60262 BR TUB NL	9		4725	3544	4500	3015	3825	2219	4050	2714	2700	1755	2475	1609	
310020072	75262 BR TUB NL	9		4725	3544	4500	3015	3825	2219	4050	2714	2700	1755	2475	1609	
310020074	65262 BG TUB NL	10		4725	3544	4500	3015	3825	2219	4050	2714	2700	1755	2475	1609	
310020078	60264 BG TUB L	6		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020079	49264 BG TUB L	6		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020083	60264 BR TUB L	7		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020086	60265 BR TUB L	8		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020093	64282 BR TUB NL	11		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020094	64282 BG TUB NL	12		8434	4826	6128	4108	5209	3021	5515	3695	3677	2390	3370	2191	
310020096	60287 BR TUB NL	13		8048	4536	5760	3859	4896	2840	5184	3473	3456	2246	3168	2059	
310020097	60287 BG TUB NL	14		8048	4536	5760	3859	4896	2840	5184	3473	3456	2246	3168	2059	
310020107	49264 BR TUB L	7		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020122	64264 BG TUB L	6		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020123	64264 BR TUB L	7		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020129	45249 BR TUB L	17		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020132	50249 BR TUB L	17		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020139	62249 BR TUB L	17		7560	5670	7200	4824	6120	3550	6480	4342	4320	2808	3960	2574	
310020144	1802160 BR TUB NL	27		3877	2908	3692	2474	3138	1820	3323	2226	2215	1440	2031	1320	
310020146	1802190 BR TUB NL	29		3086	2314	2939	1969	2498	1449	2645	1772	1763	1146	1616	1051	
310020148	1802220 BR TUB NL	40		3217	2413	3064	2053	2604	1510	2757	1847	1838	1195	1685	1095	
310020156	1002105 BR PLA L	33		5040	3780	4800	3216	4080	2366	4320	2884	2880	1872	2640	1716	
310020158	1002160 BR PLA L	27		3877	2908	3692	2474	3138	1820	3323	2226	2215	1440	2031	1320	
310020160	1002180 BR PLA L	30		3600	2700	3429	2297	2914	1690	3086	2067	2057	1337	1886	1226	
310020162	1002220 BR PLA L	40		3217	2413	3064	2053	2604	1510	2757	1847	1838	1195	1685	1095	

Fonte: Figura elaborada pelo autor

A terceira aba é o ambiente para programação dos teares. Ela contempla um horizonte de 31 dias e os campos de programação são bloqueados para aceitarem valores apenas de produtos cadastrados na aba anterior (de modo a evitar erros de digitação, etc.). Os 14 teares de big-bags e 7 dos demais teares possuem estruturas para produzir tecido plano (após produção no formato circular, o tecido é aberto e embobinado em duas ou mais bobinas diferentes). Portanto esses teares possuem mais que um campo para programação. A Figura 46 ilustra uma situação de programação:

**Figura 46 – Aba 3: Ambiente de programação dos teares**

H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Nº Tear	Tipo	1-ago	2-ago	3-ago	4-ago	5-ago	6-ago	7-ago	8-ago
1	Alpha	1222105 BR PLA NL	1222105 BR PLA NL	1222105 BR PLA NL	1222105 BR PLA NL		1222105 BR PLA NL	1222105 BR PLA NL	1222105 BR PLA NL
2	Alpha	97249 BR PLA L	97249 BR PLA L	97249 BR PLA L	97249 BR PLA L		97249 BR PLA L	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L
3	Alpha	118255 PT-C PLA L	118255 PT-C PLA L	118255 PT-C PLA L	118255 PT-C PLA L		104255 PT-C PLA L	104255 PT-C PLA L	104255 PT-C PLA L
4	Alpha	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L		104249 BR PLA L	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L
5	Alpha	70249 BR PLA L	70249 BR PLA L	70249 BR PLA L	70249 BR PLA L		70249 BR PLA L	70249 BR PLA L	70249 BR PLA L
6	Alpha	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L		59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L
7	Alpha	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L		59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L
8	Alpha	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L		59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L	59.5260 BR TUB L
9	Alpha	58254 BR TUB L	58254 BR TUB L	58254 BR TUB L	58254 BR TUB L		58254 BR TUB L	58254 BR TUB L	58254 BR TUB L
10	Alpha	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L		65254 BR TUB L	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L
11	Alpha	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L		65254 BR TUB L	65254 BR TUB L	65254 BR TUB L
12	Alpha	45250 BR TUB L	45250 BR TUB L	45250 BR TUB L	45250 BR TUB L		45250 BR TUB L	49250 BR TUB L	49250 BR TUB L
13	Lohia	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL		60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL
14	Lohia	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL		60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL
15	Lohia	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL		60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL	60287 BG TUB NL
16	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
17	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
18	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
19	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
20	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
21	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
22	Lohia	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL		70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL	70262 BR TUB NL
113	BAG 02-1	SL8	1802240 BG-C TUB NL	1802240 BG-C TUB NL	1802240 BG-C TUB NL	1802240 BG-C TUB NL	1802240 BG-C TUB NL	1802240 BG-C TUB NL	1802240 BG-C TUB NL
114	BAG 03-1	SL8	1802220 BG-C TUB NL	1802220 BG-C TUB NL	1802220 BG-C TUB NL	1802220 BG-C TUB NL			
115	BAG 04-1	SL8	1802160 BR TUB NL	1802160 BR TUB NL	1802160 BR TUB NL	1802160 BR TUB NL			
116	BAG 05-1	SL8							
117	BAG 06-1	SL62	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L	104249 BR PLA L			
118	BAG 07-1	SL62	97249 BR PLA L	97249 BR PLA L	97249 BR PLA L	97249 BR PLA L			
119	BAG 08-1	SL62	1002220 BR PLA NL	1002220 BR PLA NL	1002220 BR PLA NL	1002220 BR PLA NL			
120	BAG 09-1	SL62	1052190 BG-C PLA NL	1052190 BG-C PLA NL	1052190 BG-C PLA NL	1052190 BG-C PLA NL			
121	BAG 10-1	SL62	1052190 BG-C PLA NL	1052190 BG-C PLA NL	1052190 BG-C PLA NL	1052190 BG-C PLA NL			
122	BAG 11-1	SL62	1252220 BR PLA NL	1252220 BR PLA NL	1252220 BR PLA NL	1252220 BR PLA NL			
123	BAG 12-1	SL62	1052165 BG-C-M PLA L	1052165 BG-C-M PLA L	1052165 BG-C-M PLA L	1052165 BG-C-M PLA L			
124	BAG 13-1	SL62	1052165 BG-C-M PLA L	1052165 BG-C-M PLA L	1052165 BG-C-M PLA L	1052165 BG-C-M PLA L			

Fonte: Figura elaborada pelo autor

A quarta aba, indica a produção diária esperada de cada tecido, de acordo com a quantidade e os modelos de teares onde estão programados. Essa aba dá ao programador a opção de visualizar qual a produção diária total de todos os big-bags, de todos as sacarias laminadas ou sacarias convencionais (não laminadas), valores utilizados normalmente para decisões estratégicas. Por fim, é possível estimar a produção mensal de cada tecido, o que facilita na emissão das OPs, além de avaliar se esta configuração atenderá às necessidades dos setores clientes. A Figura 47 ilustra esses dados:



**Figura 48 – Fórmula para cálculo do estoque previsto no início de cada dia**

$$\text{Estoque do dia seguinte} = \text{Estoque do dia} + \text{Estimativa de produção da ráfia} \\ - \text{Demanda total da ráfia (considerando todos os tecidos que a utilizam)}$$

**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Uma vez que um dos princípios do MRP é que o programador precisa ter a informação precisa sobre a situação do estoque e o valor calculado se baseia nas previsões de produção tanto do setor de Tecelagem quanto do setor de Extrusão, é aconselhado atualizar os valores de estoque inicial com certa periodicidade, substituindo os valores calculados por valores contabilizados fisicamente. Na Figura 49, é possível visualizar uma típica situação de programação.



Como se pode notar, os produtos destacados em um dia, sempre estão programados durante algum tempo em algum dos recursos. No dia 23-ago apenas 4 das ráfias iniciam o dia com estoque abaixo do necessário: UT-700-TRANSP ; UR-850-TRANSP ; TR-1380-BEGE e TR-1480-BEGE. A primeira é produzida durante o dia todo na extrusora 1, enquanto a segunda é produzida na extrusora 5. As duas últimas estão direcionadas por 8 e 16 horas respectivamente na máquina 4 e a máquina 3 produz apenas produtos para o dia seguinte.

## 6.4 IMPLEMENTATAÇÃO E RESULTADOS DO NOVO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO

### 6.4.1. Implementação e benefícios obtidos

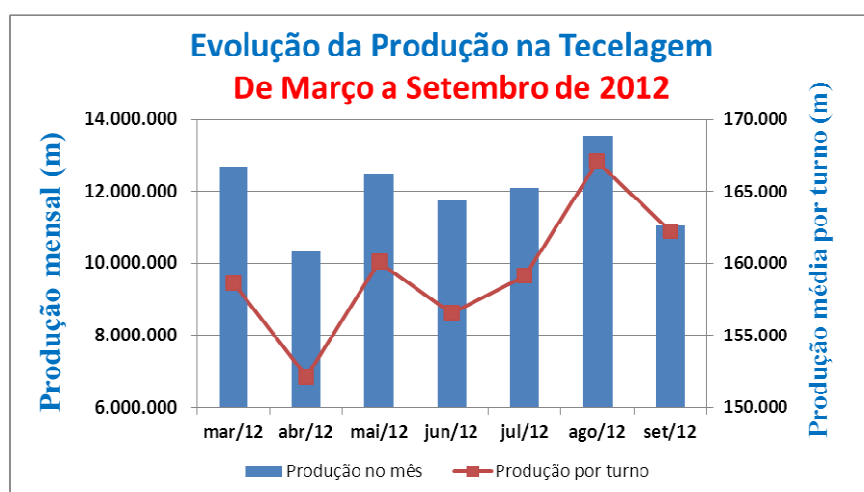
O Sistema de Programação foi implantado na Zaraplast no final de Maio de 2012. Inicialmente a programação era feita pelo autor, junto ao encarregado do setor de Extrusão. Os resultados foram positivos tanto neste setor quanto na Tecelagem. No terceiro mês de funcionamento (Agosto de 2012), o setor de Tecelagem realizou uma produção recorde de 13.531.801m, uma média de 167.059m por turno, bem superior às produções dos meses anteriores. A Tabela 28 ilustra essa evolução, que também pode ser verificada no Gráfico 14.

**Tabela 28 – Evolução da produção da Tecelagem entre os meses de Março e Setembro de 2012**

INDICADOR	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12
Produção total (m)	12.691.278	10.346.322	12.486.509	11.741.148	12.094.792	13.531.801	11.032.902
Turnos de Produção	80	68	78	75	76	81	68
Produção média por turno (m)	158.641	152.152	160.083	156.549	159.142	167.059	162.249

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Gráfico 14 – Evolução da produção da Tecelagem entre os meses de Março e Setembro de 2012



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

O problema da falta de matéria-prima caiu para 34 horas no mês de Agosto e apenas 27 horas no mês de Setembro, provando a eficiência do Sistema de Programação uma vez que o tempo perdido no bimestre março-abril fora de 1.697,7 horas, conforme tabela 13.

Também em Agosto, o setor de extrusão atingiu o maior OEEZ de sua história, devido à redução da quantidade dos setups e de alguns problemas de manutenção, decorrentes de desgastes causados durante os setups. A produção da extrusão em agosto foi de 1.163.965,1kg, muito superior aos 988.977,0kg do mês de Março e 948.897,5kg do mês de Abril. No mês seguinte (Setembro), apesar da produção ter sido inferior (1.052.949,83kg), a média por turno foi ainda maior que no mês de Agosto (passou de 12.515,8kg para 12.535,1kg), comprovando a eficiência do Sistema de Programação. A Tabela 29 indica esses valores relativos ao setor de Extrusão, enquanto a Tabela 30 indica a proporção entre o tempo gasto em setup e o tempo gasto em produção nas extrusoras 3 e 4 (as que concentram os setups) e a Tabela 31 faz o mesmo para o setor de extrusão inteiro.

Tabela 29 – Produção e OEEZ da Extrusão nos meses de Março, Abril, Agosto e Setembro de 2012

PARÂMETRO	Março	Abril	Agosto	Setembro
Produção (kg)	988.977,0	948.897,5	1.163.965,1	1.052.949,83
Quantidade de Turnos	92	87	93	84
Média de Produção por Turno	10.749,8	10.906,9	12.515,8	12.535,1
OEEZ	54,75%	49,92%	61,90%	60,87%

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

**Tabela 30 – Indicadores de Produção e Setup das extrusoras 3 e 4 nos meses de Março, Abril e Agosto de 2012**

INDICADOR	Extrusora 03			Extrusora 04		
	mar/12	abr/12	ago/12	mar/12	abr/12	ago/12
<b>Tempo Total Disponível</b>	744:00:00	671:33:58	744:00:00	744:00:00	680:06:03	744:00:00
<b>Horas de Produção</b>	648:06:45	551:11:38	685:56:10	640:02:07	608:31:02	676:07:35
<b>% Produção</b>	87,1%	82,1%	92,2%	86,0%	89,5%	90,9%
<b>Horas de Setup</b>	19:44:30	13:42:30	6:20:45	12:35:48	5:50:20	6:10:41
<b>% Setup</b>	2,65%	2,04%	0,85%	1,69%	0,86%	0,83%
<b>% Setup / Produção</b>	<b>3,05%</b>	<b>2,49%</b>	<b>0,93%</b>	<b>1,97%</b>	<b>0,96%</b>	<b>0,91%</b>

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

**Tabela 31 – Indicadores de Produção e Setup do setor de Extrusão meses de Março, Abril e Agosto de 2012**

INDICADOR	Todo Setor de Extrusão		
	mar/12	abr/12	ago/12
<b>Tempo Total Disponível</b>	2976:00:00	3303:18:01	2976:04:58
<b>Horas de Produção</b>	2620:33:54	2672:39:44	2754:21:35
<b>% Produção</b>	88,1%	80,9%	92,5%
<b>Horas de Setup</b>	58:37:42	45:44:42	17:08:06
<b>% Setup</b>	1,97%	1,38%	0,58%
<b>% Setup / Produção</b>	<b>2,24%</b>	<b>1,71%</b>	<b>0,62%</b>

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

Além da redução das paradas da Tecelagem e aumento da produção da Extrusão, um benefício gerado pelo Sistema de Programação foi a possibilidade de atender à demanda da Tecelagem com apenas 4 extrusoras. No início do ano de 2012 o setor utilizava 5 extrusoras em alguns dias da semana, e deixava a sexta extrusora para casos de quebras. Com a possibilidade de atender à demanda com apenas 4 máquinas, essa sexta extrusora pôde ser vendida, gerando um benefício monetário e liberação de espaço físico no setor.

#### 6.4.2 Problemas que atrapalham o Sistema de Programação e ações corretivas

Conforme comentado no item 2.5.3.2, Lustosa et al. (2008) e Tubino (2007) apontam a revisão do projeto do produto como possível causa para ineficiências do MRP. Uma alteração na estrutura de um produto não documentada e informada pode causar falhas no Sistema de Programação. A Zaraplast busca continuamente gerar produtos mais confiáveis para seus

clientes, sendo comum haver alterações nas composições dos tecidos. Após a criação do Sistema de Programação, quando foram levantadas as estruturas de todos os artigos, alguns tecidos passaram por alterações não informadas, o que gerou falhas na programação. Para resolver isso, a aba 1 do sistema (que contém o cadastro das famílias de tecido) foi recentemente integrada à planilha do departamento de Desenvolvimento da Zaraplast Cumbica. Desta forma, qualquer alteração na estrutura de um produto é automaticamente percebida pelo Sistema de Programação, evitando os erros passados.

A outra dificuldade na operação do Sistema de Programação é a exatidão da posição dos estoques, classificada por Harmon e Peterson (1991) e Correa, Giansesi e Caon (2001) como um requisito básico para um bom planejamento. Na Zaraplast ocorreram casos que a programação foi ineficiente por se basear em dados errôneos da posição do estoque, produtos foram produzidos sem necessidade e outros deixaram de ser produzidos gerando paradas na tecelagem. A principal causa para essa dificuldade é a falta de organização do estoque de tramas e urdumes. A Figura 21 ilustra a bagunça deste estoque.

Como comentado no item 4.2, a desorganização deste estoque também dificulta a separação dos urdumes para uso nos teares que operam no método da troca total. Dada a relevância do problema, estava em andamento (no período da conclusão deste trabalho) um projeto para criação de um estoque otimizado, com aproveitamento das três dimensões e fácil identificação dos produtos (como sugere Lustosa et al. (2008)). Para isso, será utilizada uma área ampla, clara, aberta e acessível.



## 7 CONCLUSÃO

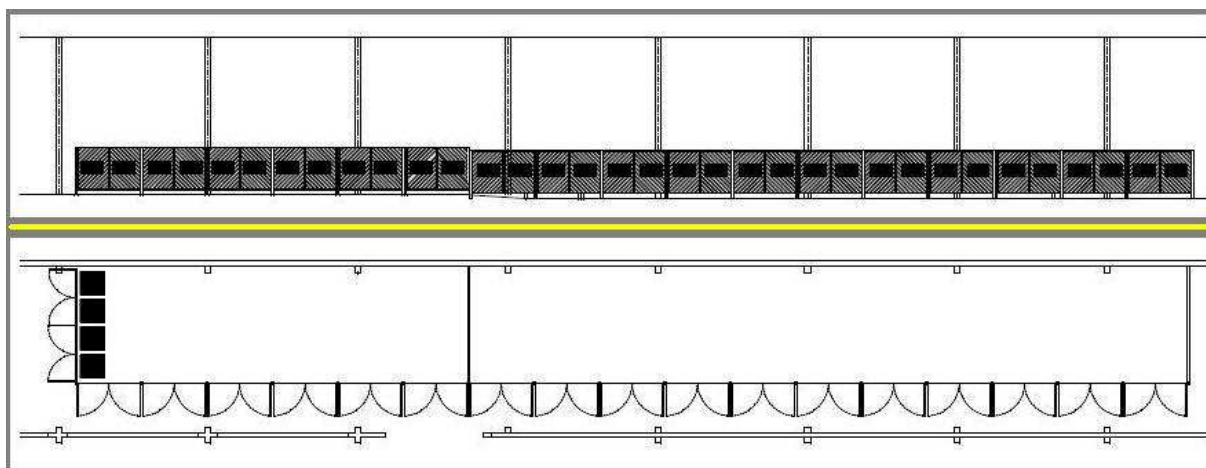
Este trabalho de formatura partiu da necessidade de aumentar o volume de produção da unidade de Cumbica da Zaraplast, visando diluir os custos e possibilitar a redução dos preços, estratégia importante para aumentar o *market-share* da empresa. Dada a importância do setor de Tecelagem no processo produtivo da linha de produtos de PP, o trabalho foi focado no aumento da produtividade deste setor, obtido por meio da redução de paradas de máquinas.

Utilizando o sistema MES, o autor identificou os principais modos de paradas de máquinas (responsáveis pela maior parte do tempo de interrupção da produção). Após definir as metas para redução de cada modo de parada, o autor elaborou planos de ação que atacassem separadamente e em conjunto as causas de cada modo. Os planos foram testados e aprovados pela gerência e estão em estágios diferentes de implementação. Durante este processo, surgiram muitos aprendizados que reorientaram alguns planos, em busca das condições mais eficientes.

Para redução das paradas para troca de urdume, foi implementado um método de abastecimento dos teares chamado de *Troca Total*. Além de reduzir as paradas e aumentar a produtividade dos teares (medida pelo indicador OEEZ) , o novo método define uma atividade mais ergonômica ao tecelão, que passa a trabalhar apenas nas bases dos teares. Essa mudança possibilita que o tecelão opere até cinco teares ao mesmo tempo (no método tradicional operava apenas quatro) e tenha um tempo de resposta menor para perceber e solucionar pequenos problemas que ocorram durante a produção. Além desses benefícios, a limpeza dos discos da gaiola, realizada durante a troca total, verifica e garante as boas condições destes discos, contribuindo também para redução de ocorrências das quebras de fios.

As duas dificuldades que impossibilitaram a realização da terceira e última fase prevista para o projeto estão sendo analisadas. A empresa confirmou a construção de uma área delimitada para o estoque das ráfias, que possibilitará a separação do material no padrão utilizado nos teares que seguem a troca total. A Figura 50 ilustra o projeto deste estoque, cujos portões já estão em fase de construção pelo fornecedor, para futura instalação na área. Acima da linha amarela, está representada a vista frontal do estoque, enquanto na parte inferior está representa a vista superior.

**Figura 50 – Projeto para estoque de ráfias**



**Fonte: Figura elaborada pelo autor**

Ao mesmo tempo, dois teares estão utilizando urdumes produzidos em uma das extrusoras com bobinadeira automática (que normalmente produzem tramas) e apresentando índices de produtividade superiores aos demais teares que produzem de acordo com a Troca Total. O investimento em mais uma bobinadeira automática para uma das extrusoras de urdumes não está descartado, mas só será analisado após a finalização do estoque e nova tentativa de expansão do método para mais teares.

Para redução das paradas por quebras de fios e manutenção corretiva, o autor elaborou um plano de manutenção, baseado na melhoria da manutenção preventiva e no tratamento de duas perdas crônicas (principais ocorrências de manutenção corretiva). A melhoria da manutenção preventiva está no início de sua implementação, ainda buscando garantir as ferramentas e peças substitutas para garantir a realização das intervenções e reduzir os períodos de espera para restauração ou aquisição dos recursos, quando não disponíveis imediatamente. O tratamento das perdas crônicas (pente e parafuso de fixação do suporte da alavanca na mesa) iniciou com o teste de novos pentes com uma estrutura mais rígida e instalação de parafusos passantes. O programa de capacitação dos tecelões já está sendo implementado e é possível notar a mudança de atitude de alguns tecelões, que fazem as verificações periódicas conforme o procedimento. Como essas ações começaram a ser implementadas recentemente, ainda não há dados suficiente para quantificar a melhoria.

As paradas por falta de matéria-prima foram tratadas com a criação de um sistema único que integra a programação da Tecelagem com a programação da Extrusão, fornecendo um mapeamento das necessidades de materiais sempre atualizado e com um horizonte de

tempo suficiente para otimizar a produção da Extrusão e garantir os insumos necessários à Tecelagem nos momentos adequados. Os tempos de paradas por falta de matéria prima que representaram 1.697,7 horas durante o bimestre Março-Abril de 2012 caíram para 51 horas no bimestre Agosto-Setembro do mesmo ano, o que representa uma redução de aproximadamente 97% do tempo de parada. Além disso, anteriormente a Extrusão contava com 5 extrusoras em operação e uma para emergências. Com a melhoria da produtividade também deste setor, o setor passou a atender a Tecelagem com apenas quatro extrusoras, a quinta passou a ser utilizada apenas em emergências e a sexta pôde ser vendida, liberando espaço físico no setor e gerando um retorno financeiro para a empresa.

Apesar dos resultados serem positivos, os esforços devem ser mantidos para garantir as mudanças na empresa. A troca total necessita de um responsável por cobrar a rapidez das trocas e garantir a utilização dos materiais padronizados. O plano de manutenção, ainda no início de sua implementação, requer um grande comprometimento por parte dos encarregados, líderes, tecelões, funcionários do departamento de manutenção e até do setor de compras, que precisa disponibilizar os recursos com agilidade. O sistema de programação prevê a realização de revisões periódicas para que as relações pai-filho estejam sempre atualizadas, e depende da manutenção da organização do estoque de ráfias, fundamental para conhecimento da posição dos estoques no momento da programação da produção.



## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES JUNIOR, J. A. V., et al. Os paradigmas na engenharia de produção. In: \_\_\_\_\_. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta.** Porto Alegre: Bookman, 2008. cap. 2.

BÉGUIN, P. O ergonômista, ator da concepção. In: **Ergonomia** São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 317-330

BROWN, M. G. **Keeping score: using the right metrics to drive world-class performance.** New York: Quality Resources, 1996. 198 p.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total** (no estilo japonês). Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1992. 229 p.

DOPPLER, F. Trabalho e saúde. In: **Ergonomia** São Paulo: Edgard Blücher, 2007. p. 47-58

CORREA, H.L.; GIANESI, I. G. M.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP: conceitos, uso e implantação.** São Paulo: Atlas, 2001. 452 p.

DEJOURS, C.; LANCMAN,; S. SZNELWAR, L. I. **Christophe Dejours: da psicopatologia à psicodinâmica do trabalho.** Brasília, Paralelo 15, 2004. 345 p.

EMPRESA. **Pesquisa Industrial.** Rio de Janeiro: IBGE v.30 n.1, 2011. 184 p.

GUEDES, M. T. **Redução do tempo de setup de uma linha de envase em uma indústria de cosmético.** 2009. 154 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

GUÉRIN, F. et. al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 200p.

HARMON, R. L. **Reinventando a fábrica II: conceitos modernos de produtividade na prática.** Rio de Janeiro: Campus, 1993. 496 p.

HARMON, R. L.; PETERSON, L.D. **Reinventando a fábrica: conceitos modernos da produtividade aplicados na prática.** Rio de Janeiro: Campus, 1991. 380 p.



KAYDOS, W. J. **Operational performance measurement: Increasing Total Productivity.** Boca Raton, 1999. 245 p.

KENDRICK, J.W. Productivity – why it matters – how it's measured. In: **Handbook for productivity measurement and improvement.** Portland: Productivity Press, 1993. sec.1 cap.1.

LIMA, L. R. T. de; SANTOS, A. A. B.; SAMPAIO, R. R. **Sistemas de gestão da manutenção: uma revisão bibliográfica visando estabelecer critérios para avaliação de manutirade.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** Rio de Janeiro: Abepro, 2010. 15 p.

LUSTOSA, L.J. et. al. **Planejamento e controle da produção.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 357 p.

MANFREDINI, A. **Manutenção Autônoma em Operações na Procter & Gamble Porto.** 2009. 73 p. Dissertação – Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto.

MINTZBERG, H. et. al. **O processo da estratégia.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 496 p.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM: total productive maintenance.** São Paulo: Imc Internacional Sistemas Educativos, 1989. 108 p.

PARMENTER, D. **Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs.** Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 236 p.

PRODUTO. **Pesquisa Industrial.** Rio de Janeiro: IBGE v.30 n.2, 2011. 188 p.

RAMOS, A. W. Apostila para disciplina de graduação do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PRO2712 – Controle da Qualidade. São Paulo: 2009. 58 p.

RANGEL, D. A. et al. **Aumento da eficiência produtiva através da redução do tempo de setuo: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** Rio de Janeiro: Abepro, 2010. 14 p.

SLACK, N. et. al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1996. 526 p.



TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT**: manutenção produtiva total. São Paulo: Instituto IMAM, 1993. 322 p.

THUROW, L.C. Productivity. In: **Handbook for productivity measurement and improvement**. Portland: Productivity Press, 1993. sec.1 cap.2.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo, Atlas 2007. 190 p.


VAZ, J. C. Gestão da manutenção. In: **Gestão de operações**: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010. p. 365-375.







## APÊNDICE B – CRONOGRAMA DE PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DA TROCA TOTAL

	<b>Cronograma de Projeto</b>	Gerente de Projeto	Salomão Soares					
<p><b>Nome do Projeto:</b> 1ª fase do projeto de implementação do novo modelo de produção da Tecelagem</p> <p><b>Escopo do Projeto:</b> O teste será realizado para 2 grupos de 4 teares. Futuramente o modelo será estendido para mais máquinas.</p> <p><b>Equipe do Projeto:</b> Pessini, Jair, Rosângela, Laucídio, Gilvanio, Salomão e líderes da Tecelagem (Adilson, Elton e Laercio)</p> <p><b>Objetivo:</b> Verificar o aumento de produtividade dos teares e começar a implantar a filosofia entre os cooperadores da Produção e do PPCP</p>								
Ativ.	Descrição	Precedência	Previsão de Início	Previsão de Conclusão	Responsável	Apoio	Status	Motivo
1	Reunião de apresentação do projeto para encarregados, PPCP e CQ.	-	1-fev	1-fev	TODOS		Finalizado	
2	Seleção de operários, teares e tecidos para teste piloto	1	1-fev	1-fev	Laucídio	líderes	Finalizado	
3	Realocação dos operários para os teares selecionados	2	4-fev	4-fev	Laucídio	líderes	Finalizado	
4	Definição do tamanho padrão para rocas de Urdume e Trama	2	4-fev	4-fev	Laucídio	líderes	Finalizado	
5	Acompanhamento da produção dos operários nos teares no método de produção atual para futura comparação	3	4-fev	8-fev	Salomão	Laucídio	Finalizado	
6	Organização de uma equipe para realização dos passamentos	1	5-fev	6-fev	Laucídio	Pessini	Finalizado	
7	Produção acompanhada de cargas de Urdume com tamanho fixo	4	6-fev	8-fev	Gilvanio	Jair	Finalizado	
8	Produção acompanhada de cargas de Trama com tamanho fixo	4	6-fev	8-fev	Gilvanio	Jair	Finalizado	
9	Passamento de carga completa nos teares do Modelo 1 (Alpha)	6, 7, 8	10-fev	10-fev	Laucídio	líderes	Finalizado	
10	Passamento de carga completa nos teares do Modelo 2 (BSW)	6, 7, 8	11-fev	11-fev	Laucídio	líderes	Finalizado	
11	1ª semana de acompanhamento do novo modelo de produção	9, 10	11-fev	15-fev	Salomão	Laucídio	Finalizado	
12	2ª semana de acompanhamento do novo modelo de produção	11	18-fev	22-fev	Salomão	Laucídio	Finalizado	
13	3ª semana de acompanhamento do novo modelo de produção	12	25-fev	1-mar	Salomão	Laucídio	Finalizado	
14	Comparação da eficiência dos teares para os dois métodos	13	4-mar	6-mar	Salomão	TODOS	Finalizado	
15	Apresentação dos resultados	14	7-mar	8-mar	TODOS		Finalizado	
<b>Obs.:</b>		Ainda hoje mandarei um cronograma novo referente à segunda fase do projeto.			Data da próxima atualização: - Concluído -			

ZARAPLAST		Cronograma de Projeto		Gerente de Projeto		Salomão Soares			
<p><b>Nome do Projeto:</b> 2ª fase do projeto de implementação do novo modelo de produção da Tecelagem</p> <p><b>Escopo do Projeto:</b> Nessa fase o modelo será aplicado a um grupo de 21 máquinas no início e um número maior (28) quando a equipe adquirir habilidade</p> <p><b>Equipe de Projeto:</b> Pessini, Jair, Rosângela, Laucídio, Gilvânio, Salomão, Durval e líderes da Tecelagem (Adilson, Elton e Laercio)</p> <p><b>Objetivo:</b> Aumentar a produtividade desses teares e analisar os problemas de programação que certamente serão encontrados</p>									
Ativ.	Descrição	Precedência	Previsão de Início	Previsão de Conclusão	Responsável	Apoio	Status	Motivo	
1	Solicitação da contratação de 4 novos funcionários para tecelagem	-	4-mar	4-mar	Salomão	Pessini	Finalizado		
2	Contratação dos 4 novos funcionários	1	4-mar	8-mar	Silvia (RH)		Finalizado		
3	Integração dos funcionários à fábrica	2	11-mar	11-mar	RH		Finalizado		
4	Treino com o senhor Durval (responsável pelo treinamento de novos colaboradores para o setor)	3	12-mar	12-mar	Durval	Líderes Tecelagem	Finalizado		
5	Treinamento especial para amarrar fios (atividade principal)	4	13-mar	13-mar	Líderes Tecelagem		Finalizado		
6	Acompanhamento de produção dos novatos com tecelões experientes e habilitados	5	14-mar	15-mar	Lauclidio	Líderes Tecelagem	Finalizado		
7	Simulação de carregamento de galola com troca total de urdumes	6	16-mar	16-mar	Lauclidio	Líderes Tec	Finalizado		
8	Estudo dos teares e artigos produzidos para definir o material geralmente usado e a produção média de cada combinação	-	11-mar	13-mar	Salomão	Rosângela	Finalizado		
9	Definição dos teares a produzir com o novo método nessa 2ª fase	8	13-mar	15-mar	Salomão	Rosângela	Finalizado		
10	Início das trocas com a nova equipe	7 e 9	18-mar	18-mar	Equipe	Líderes Tec	Finalizado		
11	Acompanhamento e ajustes - Semana 1	10	18-mar	23-mar	Salomão	Lauclidio	Finalizado		
12	Análise de resultados da semana 1 e acompanhamento da semana 2	11	25-mar	30-mar	Salomão	Lauclidio	Realizando	Dificuldades para realizar as trocas	
13	Elaboração do cronograma para a 3ª fase do projeto (expansão)	12	25-mar	6-abr	Salomão		Atrasado		
14	Análise de resultados da semana 2 e acompanhamento da semana 3	12	1-abr	6-abr	Salomão	Lauclidio	Realizando		
15	Análise de resultados e conclusão da 1ª extensão do novo método	14	8-abr	13-abr	TODOS		A Iniciar		
<b>Obs.:</b>	.....						<b>Data da próxima atualização:</b>		<b>Quarta, 3 de abril</b>