

ELISE SOLANGE MONIQUE GUELFUCCI

**MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE DA ÁREA FRIA DE UMA  
FÁBRICA DE VIDROS**

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do Diploma  
de Engenharia de Produção

São Paulo

2013



ELISE SOLANGE MONIQUE GUELFUCCI

**MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE DA ÁREA FRIA DE UMA  
FÁBRICA DE VIDROS**

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do Diploma  
de Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Clovis Alvarenga  
Netto

São Paulo

2013

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Guelfucci, Elise Solange Monique**

**Melhoria da sustentabilidade da área fria de uma fábrica de vidros / E.S.M. Guelfucci. -- São Paulo, 2013.  
109 p.**

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

**1.Sustentabilidade 2.Produção mais limpa 3.Produção enxuta 4.Indústria do vidro I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.**

## **AGRADECIMENTOS**

O processo deste trabalho de formatura representou um grande aprendizado e um ponto culminante do meu duplo diploma na Escola Politécnica. Agradeço ao meu orientador, Clovis Armando Alvarenga Netto, pelos seus conselhos avisados, seu estímulo e suas releituras ao longo deste ano de preparação do trabalho.

A minha família que me apresentou o Brasil pela primeira vez e sempre me apoiaram na minha escolha de intercâmbio, apesar da distância e da saudade.

Ao Edgar, a Franceli e o Felipe, por estar ainda presente na minha vida depois de tantos anos de ausência, pelos convites e pelas múltiplas coisas que fizemos juntos nestes dois últimos anos.

A Patricia, o Fausto e o Vinícius por me ter feito descobrir São Paulo, ter cuidado de mim desde a minha chegada na cidade.

Aos meus colegas de trabalho pelos ótimos momentos que passamos juntos durante este ano de estágio e também por me ter integrado tão bem e tão rápido na equipe.

A Sara e a Karen pelo triângulo Colômbia-França-Marrocos que conseguimos fazer entre e durante as aulas e risadas.

Ao Dorian, o Julien, o Kevin, a Mathilde, o Simon e o Victor por todos os bons momentos juntos e pelo apoio nos momentos difíceis do intercâmbio.



## **RESUMO**

Este trabalho trata das atividades realizadas por uma entidade do segundo setor com atuação na indústria de embalagens de vidro e tem como objetivo a avaliação das perdas de Sustentabilidade de uma área do processo produtivo, e a sugestão de soluções e metodologias para a melhoria do desempenho da área. O intuito é desenvolver soluções coerentes com as necessidades da área e o prazo do estágio, para implantá-las e monitorar os resultados obtidos. Espera-se que a implantação das soluções permita à fábrica do trabalho de melhorar as dimensões ambientais, econômicas e sociais da área foco.

A identificação dos pontos a serem analisados para detectar potenciais de melhorias foi feito utilizando conceitos da Produção Mais Limpa, e as soluções desenvolvidas se apoiam nos princípios da Produção Enxuta e da Manutenção Produtiva Total. As propostas de soluções estabelecidas neste trabalho foram desenvolvidas numa linha piloto e devem ser extendidas as outras linhas da área.

Palavras-chaves: Sustentabilidade. Produção Mais Limpa. Produção Enxuta.





## **ABSTRACT**

This work is about several activities realized for a firm of the 2<sup>nd</sup> sector, in the Glass Packaging Sector, and its objective is to evaluate the losses of Sustainability of an area of the productive process, and to suggest solutions and methods to improve sustainable performance in the area. The aim is to develop consistent solutions linked with the needs of the area and which could be implemented during the internship, to implement them personally and follow the results obtained. This project predicts an improvement in the environmental, economic and social dimensions in the focus area.

The identification of the points to be analyzed was done using the concepts of Cleaner Production and the developed solutions are based on several principles of Lean Manufacturing and Total Productive Maintenance. The solutions proposed in this study were implemented in a pilot line and are aimed to be expanded in the other lines of the area.

**Keywords:** Sustainability. Cleaner Production. Lean Manufacturing.



## LISTA DE ABREVIATURAS

**ABIVIDRO:** Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro

**ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ABRE:** Associação Brasileira de Embalagem

**AF:** Área Fria

**AQ:** Área Quente

**AVM:** Avaria Mecânica

**BRIC:** Brasil, Rússia, Índia e China

**CTAB:** Centro Técnico da Água Branca

**EPR:** Responsabilidade do Produtor Estendida

**ETE:** Estação de Tratamentos de Efluentes

**IHM:** Interface Homem Máquina

**KPI:** *Key Performance Indicator*

**L201:** Linha 201

**L202:** Linha 202

**L203:** Linha 203

**L204:** Linha 204

**MA:** Manutenção Autônoma

**MAF:** Manutenção da área fria

**MIS:** Manutenção da Máquina IS

**MGE:** Manutenção Geral

**MME:** Manutenção dos Moldes

**MP:** Manutenção Preventiva

**M4SM:** Maintenance for Sustainable Manufacturing

**NBR:** Norma Brasileira Registrada

**OECD:** *Organization for Economic Co-operation and Development*

**OEE:** *Overall Equipment Effectiveness*

**P+L:** Produção Mais Limpa

**PNRS:** Programa Nacional de Resíduos Sólidos

**PNUMA:** Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente

**SAP:** *Systems Applications and Products*

**SEM:** Sem reescolha

**TPM:** *Total Productive Maintenance*

**UNEP:** *United Nations Environment Programme*

**UNIDO:** *United Nations Industrial Development Organization*

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Diagrama da cadeia produtiva da embalagem e seus impactos ..... | 21 |
| Figura 2 - Repartição dos diferentes tipos de embalagens (US\$).....       | 21 |
| Figura 3 - Composição do vidro .....                                       | 24 |
| Figura 4 – Processo de fabricação das embalagens de vidro.....             | 25 |
| Figura 5 - Processo soprado-soprado .....                                  | 26 |
| Figura 6 - Processo prensado-soprado.....                                  | 27 |
| Figura 7 - Processos produtivos da fábrica.....                            | 31 |
| Figura 8 - Organigrama da manutenção .....                                 | 31 |
| Figura 9 - Hierarquia dos comportamentos manageriais.....                  | 39 |
| Figura 10 - Hierarquia das ações preventivas.....                          | 40 |
| Figura 11 - Diferença de abordagens da produção .....                      | 43 |
| Figura 12 - Barreiras técnicas e comportamentais.....                      | 47 |
| Figura 13 - Barreiras governamentais e diversas.....                       | 48 |
| Figura 14 - Modelo de comportamento pró-ambiental.....                     | 53 |
| Figura 15 - Ciclo de reciclagem do vidro .....                             | 56 |
| Figura 16 - Estrutura das normas ISO 14000 .....                           | 61 |
| Figura 17 - As quatro dimensões da Sustentabilidade.....                   | 65 |
| Figura 18 - Papel da Manutenção nas fábricas .....                         | 66 |
| Figura 19 - Pilares do TPM .....   | 68 |
| Figura 20 - Iceberg das falhas.....  | 69 |
| Figura 21 - Inscrição da área foco dentro do processo produtivo .....      | 73 |
| Figura 22 - Fluxograma dos processos da Área Fria.....                     | 76 |
| Figura 23 - Organização da equipe de produção na Área Fria .....           | 76 |
| Figura 24 -Organização da equipe de Manutenção da Área Fria .....          | 77 |
| Figura 25 - Estratificação das perdas de produção .....                    | 78 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 26 - Desdobramento das perdas de Área Fria.....                                 | 79  |
| Figura 27 - Desdobramento das perdas por acúmulo.....                                  | 80  |
| Figura 28 - Cálculo do indicador do projeto de redução de paradas na L202, AF .....    | 81  |
| Figura 29 - Definição dos objetivos de redução de perdas por paradas de máquina .....  | 81  |
| Figura 30 - Cálculos dos ganhos do projeto de redução de 40% das paradas da L202 ..... | 82  |
| Figura 31 - Tabela de seguimento dos ganhos financeiros do projeto.....                | 83  |
| Figura 32 - Composição do grupo do projeto de redução de 40% das paradas .....         | 84  |
| Figura 33 - Fluxograma das máquinas da L202.....                                       | 87  |
| Figura 34 - Toneladas bloqueadas por AVM/SEM .....                                     | 87  |
| Figura 35 - Priorização 9-3-1 das causas das paradas da Máquina M .....                | 88  |
| Figura 36 - Gráfico de deterioração das máquinas .....                                 | 88  |
| Figura 37 - Etiquetas de identificação de problemas .....                              | 89  |
| Figura 38 - Evidência dos resultados do trabalho de etiquetagem na Máquina M .....     | 91  |
| Figura 39 - Análise 5 Porques das paradas da paletizadora.....                         | 92  |
| Figura 40 - Redução das paradas na paletizadora da L202.....                           | 93  |
| Figura 41 - Evolução do indicador do projeto .....                                     | 94  |
| Figura 42 - Evolução dos ganhos do projeto.....  | 95  |
| Figura 43 - Grupo de padrão de velocidade .....  | 97  |
| Figura 44 - Depósito do tratamento a frio nos artigos .....                            | 98  |
| Figura 45 - Funcionamento do abastecimento de tratamento a frio.....                   | 99  |
| Figura 46 - Controle manual dos tratamentos .....                                      | 100 |
| Figura 47 - Diagrama de Hishikawa de falta de tratamento a frio .....                  | 101 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 19 |
| 1.1 O setor das embalagens .....  | 19 |
| 1.2 A indústria de embalagens de vidro .....                                  | 22 |
| 1.2.1 Características da embalagem de vidro .....                             | 22 |
| 1.2.2 Possibilidades de personalização: industriais e consumidores .....      | 23 |
| 1.2.3 Fabricação de embalagens de vidro.....                                  | 23 |
| 1.2.4 Processos detalhados de moldagem.....                                   | 25 |
| 1.3 Apresentação da fábrica do estágio .....                                  | 27 |
| 1.3.2 Descrição dos fluxos dos processos da fábrica.....                      | 28 |
| 1.3.3 A manutenção, função pilar da fábrica.....                              | 31 |
| 1.4 Cargo assumido durante o estágio .....                                    | 32 |
| 1.5 Problemática e objetivos do trabalho .....                                | 34 |
| 2. ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE .....                            | 37 |
| 2.1 Gestão preventiva da sustentabilidade.....                                | 38 |
| 2.1.1 Mudanças estruturais nas ações ambientais tomadas .....                 | 38 |
| 2.1.2 Hierarquia de ações preventivas .....                                   | 40 |
| 2.2 Produção Mais Limpa – P+L.....  | 41 |
| 2.2.1 Princípios da abordagem de Produção Mais Limpa .....                    | 41 |
| 2.2.2 Implantação da Produção Mais Limpa .....                                | 44 |
| 2.2.3 Barreiras para implantação da Produção Mais Limpa.....                  | 45 |
| 2.3 Análise do ciclo de vida dos produtos – Life Cycle Assessment (LCA) ..... | 48 |
| 2.3.1 Inventário dos consumos energéticos .....                               | 49 |
| 2.3.2 Avaliação de impacto ambiental.....                                     | 50 |
| 2.3.3 Comunicação dos resultados da Análise de Ciclo de Vida.....             | 51 |
| 2.4 A remanufatura .....  | 51 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5 Importância do conhecimento ambiental interno das empresas.....   | 53 |
| 2.6 O conceito dos 3 e 4 Rs.....  | 54 |
| 2.7 Códigos e normas ligados a sustentabilidade.....  | 56 |
| 2.7.1 O Pacto Global.....   | 56 |
| 2.7.2 Dow Jones Sustainability Indexes.....   | 59 |
| 2.7.3 ISO14001 e OHSAS18001 .....   | 60 |
| 2.8 A Manutenção como quarta dimensão da Sustentabilidade da Manufatura .....                                 | 64 |
| 2.9 A Total Productive Maintenance como apoio da Sustentabilidade .....                                       | 67 |
| 3. APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA<br>MELHORAR O DESEMPENHO SUSTENTÁVEL DA ÁREA FRIA ..... | 71 |
| 3.1 Posição da fábrica sobre a Sustentabilidade .....   | 71 |
| 3.1.1 Comprometimento da alta gerência e do resto dos funcionários .....                                      | 71 |
| 3.1.2 Indicadores de Sustentabilidade.....  | 72 |
| 3.1.3 Barreiras para melhorias sustentáveis .....   | 72 |
| 3.2 Diagnóstico da área: análise dos processos da Área Fria.....  | 73 |
| 3.3 Redução das perdas ligadas as paradas dos equipamentos .....  | 78 |
| 3.3.1 Identificação da perda de produtos mais significativa .....   | 78 |
| 3.3.2 Desdobramento das perdas de artigo na Área Fria .....   | 79 |
| 3.3.3 Identificação da linha piloto para o trabalho de redução de paradas .....                               | 79 |
| 3.3.4 Determinação do indicador a seguir e da meta a atingir .....  | 80 |
| 3.3.5 Cálculo dos ganhos financeiros.....   | 82 |
| 3.3.6 Construção do grupo de trabalho .....   | 84 |
| 3.3.7 Acompanhamento do projeto .....   | 85 |
| 3.3.8 Resultados obtidos pelo projeto .....   | 93 |
| 3.3 Análise dos problemas de artigos caídos e de fluidez de linha.....  | 96 |
| 3.4 Melhora do desempenho do tratamento a frio .....  | 98 |



|  |     |
|--|-----|
| 3.4.1 O produto do tratamento a frio e o funcionamento do abastecimento..... | 98  |
| 3.4.2 Perdas ligadas ao tratamento a frio.....                               | 99  |
| 3.4.3 Análise e ações desenvolvidas.....                                     | 100 |
| CONCLUSÕES .....   | 105 |
| REFERÊNCIAS .....  | 107 |



## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de formatura foi realizado na fábrica do estágio de quinto ano. Esta fábrica é localizada na Água Branca, em São Paulo e faz parte da filial Verallia de Saint-Gobain, especializada em produção de embalagens de vidro. Durante o estágio, o cargo desenvolvido foi o acompanhamento de vários projetos de melhoria contínua: redução de defeitos, de paradas, de consumos energéticos ou melhoria da continuidade das linhas. Para isso, foram utilizadas muitas ferramentas do *Lean Manufacturing*. Este trabalho vai apresentar os resultados de redução de consumo e emissão de resíduos sólidos obtidos numa área da fábrica, projetos alinhados com a estratégia de sustentabilidade da empresa. Esta parte de introdução permite a definição do setor e dos assuntos chaves dele.

### 1.1 O setor das embalagens

A definição dada pela ABRE (Associação Brasileira de Embalagem) de uma embalagem é “um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente, individualmente ou agrupando unidades, tendo como principal função protegê-lo e estender o seu prazo de vida (*shelf life*), viabilizando sua distribuição, identificação e consumo.” (ABRE, 2013).

Segundo um relatório da Ernst & Young (2013), em 2013, o setor das embalagens representa um mercado mundial de US\$400 bilhões até US\$500 bilhões caso sejam considerados os negócios do mercado final. Os BRIC, ou seja o Brasil, a Rússia, a Índia e a China, representam 30% do mercado mundial das embalagens para os consumidores e esta proporção fica cada vez maior com o crescimento da economia deles. A demanda dos consumidores é cada vez mais exigente em termos de qualidade e de sustentabilidade dos produtos: as empresas de bens de consumo são pressionadas pela sociedade para melhorar as embalagens, lhes adequando às práticas de consumo e tentando de reduzir os desperdícios (ERNST&YOUNG, 2013).

No ano de 2013, a indústria de embalagem deverá apresentar um crescimento de 2% em volume de produção e obter uma expansão de 7,9% das receitas líquidas de vendas, segundo um estudo exclusivo macroeconômico da indústria brasileira de embalagem, realizado pelo IBRE (Instituto Brasileiro de Economia) / FGV (Fundação Getúlio Vargas). Há dezessete anos que esta pesquisa é feita todo ano para a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE). A inflação industrial e a alta do dólar influenciarão nos preços das embalagens

impactando diretamente o faturamento do setor, explicando assim o desvio do faturamento em relação à produção (ABRE, 2013).

A embalagem permite a preservação do conteúdo atendendo necessidades ligadas a alimentação, a saúde, a conveniência. Segundo Gurgel (2007), “ as embalagens são invólucros, recipientes ou qualquer forma de acondicionamento removível, ou não, destinados a cobrir, empacotar, envasar, proteger, manter os produtos, ou facilitar a sua comercialização”. O importante é distribuir os produtos com segurança e informação e para o bem-estar das pessoas, deixar acessível produtos frágeis, perecíveis, de alto ou baixo valor agregado. A embalagem tornou-se um ponto estratégico na competição entre as empresas, possibilitando o desenvolvimento de novos produtos e formas de preparo no caso da alimentação, com o uso dos eletrodomésticos. A eficiência de envase, distribuição e venda são pontos chaves do setor. Vendo o impacto das atividades humanas no meio ambiente, a sustentabilidade tornou-se um assunto essencial das empresas, e assim, otimizar o aproveitamento dos conteúdos é uma necessidade para reduzir os desperdícios globais. A cultura de uma sociedade e o estágio de desenvolvimento econômico social se reflete nas embalagens que ela utiliza (ABRE, 2013).

A embalagem faz parte de uma cadeia de suprimentos, da produção até o consumo do produto. As lógicas internas de cada uma das etapas devem ser analisadas para determinar quais serão as características do produto necessárias a cumprir. Assim, a ABRE (2013) levantou os aspectos seguintes a considerar no desenvolvimento:

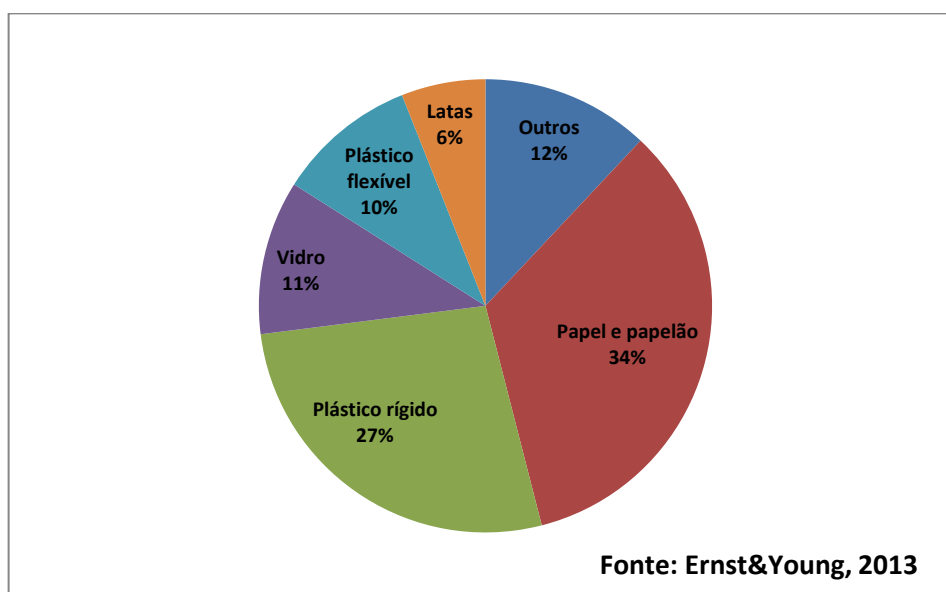
- Aspectos técnicos, produção e funcionalidade
- Aspectos regulatórios, legislação e certificações
- Aspectos estéticos
- Aspectos ambientais
- Aspectos mercadológicos e econômicos

A escolha da embalagem deve ser feita considerando a cadeia produtiva inteira na qual a embalagem vai ser integrada. Dependendo da etapa do processo, a embalagem pode ter objetivos e impactos variados, como preservação do produto, facilitadora de transporte ou simplesmente informar o consumidor.



**Figura 1 - Diagrama da cadeia produtiva da embalagem e seus impactos**

Assim, dependendo das necessidades ligadas aos conteúdos e a logística da cadeia nas quais são integradas as embalagens, o estudo da Ernst Young (2013) classificou o setor em cinco tipos maiores de jeitos de embalar (Figura 2).



**Figura 2 - Repartição dos diferentes tipos de embalagens (US\$)**

O setor de interesse do presente trabalho representa assim 11% do setor das embalagens, que é predominado pelas embalagens de papéis ou papelões (34%) e os de plástico rígidos, com 27%. Algumas propriedades próprias fazem do vidro a escolha de muitas empresas: a elegância do produto, a proteção que ele oferece ao produto, a possibilidade de identificação da marca fácil, a diversidade de aplicação, a inovação, a conveniência, o fato de ser 100% reciclável e a adequada composição dos custos

(ERNST&YOUNG, 2013). Assim, a indústria de embalagens de vidros tem uma posição chave num setor onde os parâmetros ambientais são pontos competitivos para ganhar os clientes.

Como já foi explicado na introdução, a empresa onde é realizado este presente trabalho é a divisão de embalagens de vidro da Saint-Gobain Vidros: a Verallia. A Saint-Gobain é um dos maiores grupos industriais do mundo e do Brasil, as várias divisões dela atuando em diferentes setores: Vidro Plano, Embalagem, Produtos para Construção, Materiais de Alta Performance e Distribuição. Presente em todos os continentes, produzindo e distribuindo materiais de alta tecnologia em vários setores, a Saint-Gobain é o fruto de quase 350 anos de história e experiência, adquiridos através de uma política direcionada de investimento em pesquisa e tecnologia. Os números-chaves a seguir demonstram a força econômica e a vasta presença internacional do Grupo Saint-Gobain: presente em mais de 59 países, mais de 200.000 colaboradores e faturamento de cerca de 43 bilhões de Euros (VERALLIA, 2013).

A Verallia produz potes e garrafas para as empresas dos segmentos de bebidas e alimentos. No Brasil, a presença da Verallia se destaca pela existência de três fábricas para a produção de embalagens de vidro e para atender as demandas específicas dos clientes em produtos inovadores, ela possui um Centro de Criações para novos produtos, o Centro Técnico da Água Branca (CTAB). A Verallia faz assim parte do setor de embalagens de vidro cujas especificidades vão ser detalhas na parte 1.2 (VERALLIA, 2013).

## **1.2 A indústria de embalagens de vidro**

O setor de embalagens de vidro representa assim 11% do setor das embalagens. No Brasil, o setor das indústrias de vidro é representado pela ABIVIDRO, Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro, com o objetivo de estimular o contínuo aprimoramento da técnica dessa atividade industrial (ABIVIDRO, 2013).

### **1.2.1 Características da embalagem de vidro**

O setor de embalagens de vidro tem especificidades próprias ligadas as características físicas do vidro. De fato, a embalagem de vidro é inerte, higiênica e tem a particularidade de não interferir no sabor dos alimentos e bebidas ou na composição dos perfumes e medicamentos. Para os clientes, isso é uma garantia da qualidade original do seu conteúdo.

Essas propriedades dependem do fato que o vidro é neutro em relação ao produto que envasa, impedindo assim qualquer interação química e permitindo o armazenamento até o fim da vida útil do produto. O impedimento da passagem de oxigênio ou gás carbônico é o que impede a alteração da cor e/ou do sabor. A inércia do vidro permite que os produtos embalados tenham até prazos de validade superiores até duas vezes mais (ABIVIDRO, 2013).

A embalagem de vidro também atende os requisitos de diversos setores produtivos e segmentos do mercado, tendo uma grande versatilidade e um excelente desempenho no processo industrial: resistente ao processo de fabricação, aceitando produtos quentes e gelados, antissépticos, pasteurizados ou esterilizados. As características de inércia do vidro facilita muito o armazenamento dos produtos. Assim, as aplicações da embalagem de vidro são de grande porte, de produtos sofisticados aos consumo de massa (VERALLIA, 2013).

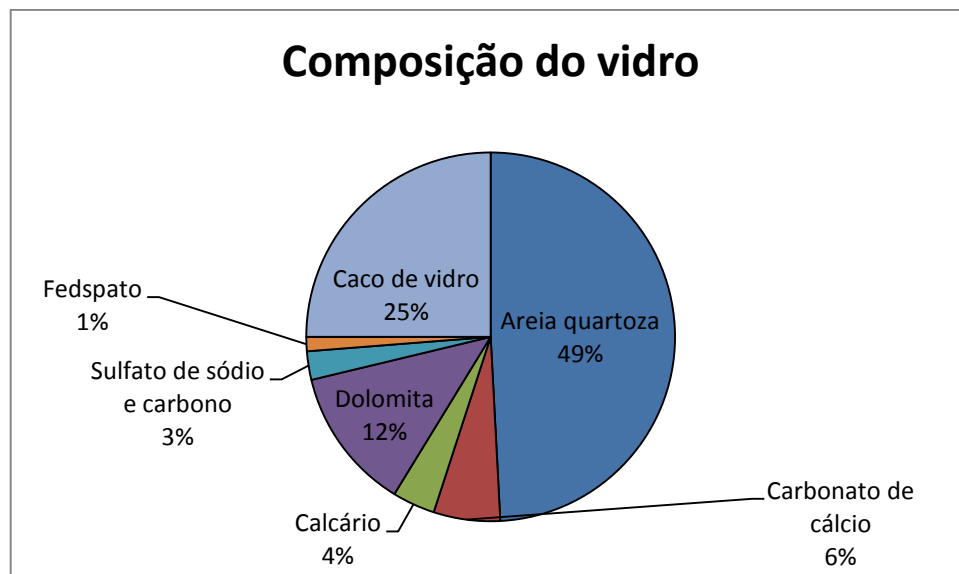
### **1.2.2 Possibilidades de personalização: industriais e consumidores**

As características morfológicas do vidro permitem o desenvolvimento de produtos personalizados, inconfundíveis e variados na embalagem. Além de manter as propriedades físicas dos produtos embalados, a embalagem garante a identidade da marca, criando a possibilidade do reconhecimento imediato e do registro na consciência do consumidor. A embalagem aparece assim como um suporte às estratégias de marketing das indústrias, que podem modificar formas e cores. Transparente, ele permite de ver o produto, de cor, ele permite de proteger o conteúdo de parte dos raios solares. A grande variedade de formas de fechamento que existe também permite de variar as tampas dos produtos (ABIVIDRO, 2013).

Para o consumidor, as embalagens de vidro têm como benefícios o manuseio simples com uso no micro-ondas e na geladeira, a facilidade na remoção dos produtos, a apresentação agradável, a facilidade de identificar os produtos e a proteção do fechamento. O propósito do vidro é de dar elegância à mesa, dar vontade de consumir o produto (ABIVIDRO, 2013).

### **1.2.3 Fabricação de embalagens de vidro**

A composição do vidro de embalagem é um conjunto de matérias primas abundantes e naturais: areia quartzosa, carbonato de cálcio, calcário, sulfato de sódio e carbono, dolomita e feldspato. A Figura 3 mostra um exemplo de teor de composição (GURGEL, 2007).



***Figura 3 - Composição do vidro***

Areia, carbonato de sódio e calcário são as matérias-primas do vidro, os vidros são compostos de silicato com óxidos alcalinos ou alcalinos-terrosos (GURGEL, 2007). A esta mistura são adicionados cacos, detritos de vidro do fabrico da colheita seletiva de lixo ou dos contentores de reciclagem. A utilização de detritos de vidro é uma forma de valorizá-los, bem como economizar energia e matéria prima: o uso de cacos permite de abaixar a temperatura necessária para fusão (VERALLIA, 2013). Dependendo da cor do vidro desejada, são adicionados óxidos metálicos como ferro, cobre, manganês e cromo.

Esta mistura de cacos e matérias primas precisa de uma temperatura de cerca de 1500°C para ser fundida. Os fornos utilizados para isso funcionam 24 horas por dia, 7 dias por semana, tendo uma vida útil que varia entre 7 e 10 anos. Uma vez fundido, este vidro sai pela garganta do forno e é distribuído entre vários canais, denominados alimentadores. Na entrada das máquinas de moldagem, ou seja, na saída dos alimentadores, o vidro é cortado em gotas de tamanho, forma e peso variando em função dos artigos produzidos.

Uma vez a gota criada, ela entra na máquina de moldagem, cujo papel consiste em dar forma a um objeto com a ajuda de punção metálica ou de ar comprimido. Geralmente, este processo é feito em duas etapas:

- o vidro é transformado por sopragem ou prensagem numa bola oca intermediária, na qual se aplica desde logo a boquilha final.



- este primeiro esboço é transferido por um braço no molde final, onde por sopragem ele recebe seu formato definitivo. Ele é finalmente extraído da máquina e deixado num transportador por meio de uma pinça.

Todo este processo demora apenas algumas segundas, depois das quais o vidro sai formado, numa temperatura vizinha de 500°C (ABIVIDRO, 2013).

O vidro assim formado é muito frágil, por isso precisa ser reaquecido e em seguida arrefecido para garantir a solidez da embalagem. Esta etapa se passa na arca de recozimento, durante entre 30 min até duas horas. Para garantir uma resistência superficial aos riscos, as garrafas são tratadas superficialmente uma vez antes da arca (tratamento a quente) e uma outra vez depois (tratamento a frio) (VERALLIA, 2013)

Afim de garantir a qualidade dos produtos, eles são controlados por várias máquinas de inspeção que verificam a retificação da rolha, as dimensões, a espessura do vidro e a estética: as consideradas como inaceitáveis são ejetadas e refundidas. No fim da linha de controle, as garrafas são paletizadas com produtos recicláveis e prontas para o armazenamento pre-transporte (VERALLIA, 2013).

Assim, o processo de fabricação das embalagens de vidro pode ser esquematizado como na Figura 4.



***Figura 4 – Processo de fabricação das embalagens de vidro***

A parte dos processos detalhados de moldagem explicará um pouco mais em detalhe como funcionam as máquinas IS para o melhor entendimento dos parâmetros técnicos envolvidos.

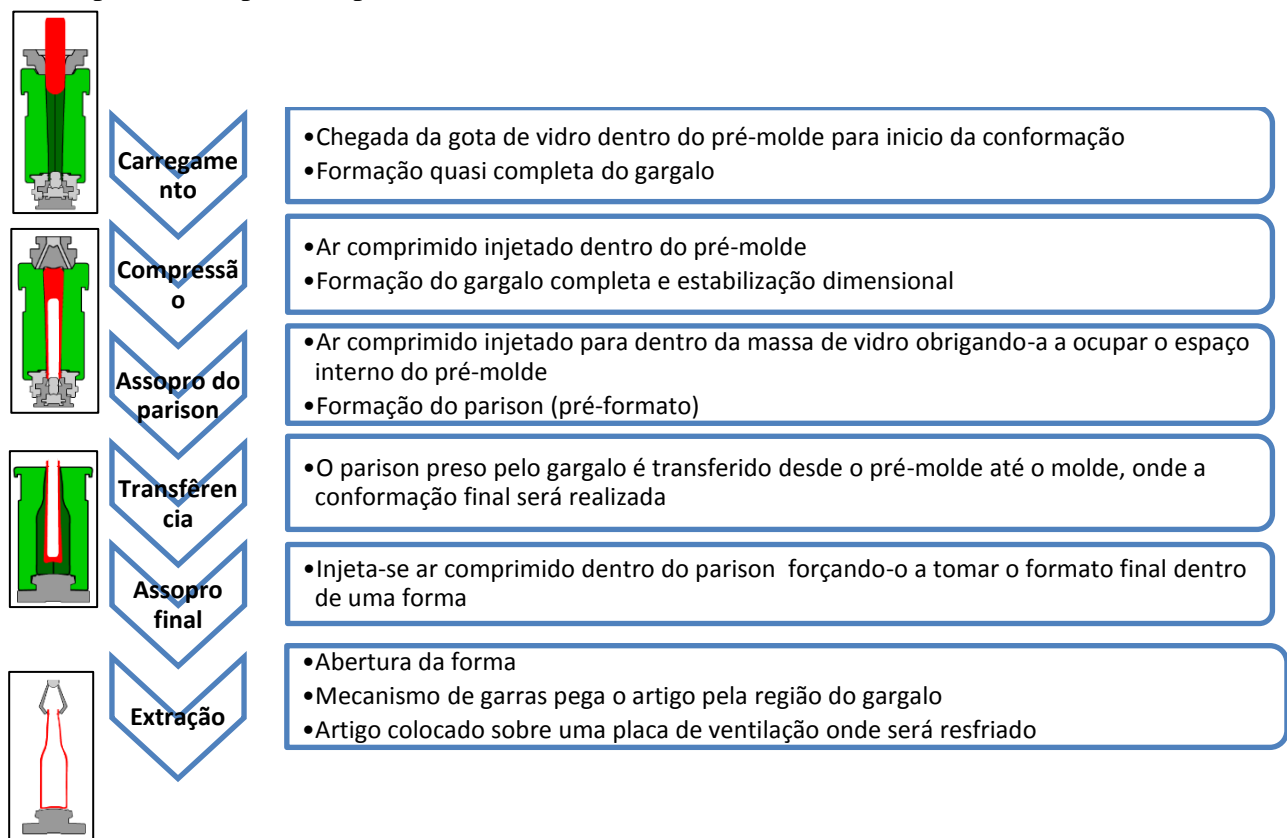
#### **1.2.4 Processos detalhados de moldagem**

Esta parte faz um detalhamento um pouco mais avançado dos processos próprios da Máquina de Moldagem, ou Máquina IS, com foco na explicação da diferenças entre os processos. Nas mesmas máquinas, vários processos podem ser utilizados. Uma troca de processo num máquina necessita um trabalho de troca mais pesado do que uma troca simples

entre artigos diferentes mas utilizando o mesmo processo de fabricação. De fato, a troca de processo, chamada de reversão, demanda esforços maiores do que uma troca clássica. Uma reversão implica a mudança de muito mais ferramentas e peças internas as máquinas. A otimização destas trocas é importante para aumentar a flexibilidade da fábrica para atender os vários clientes.

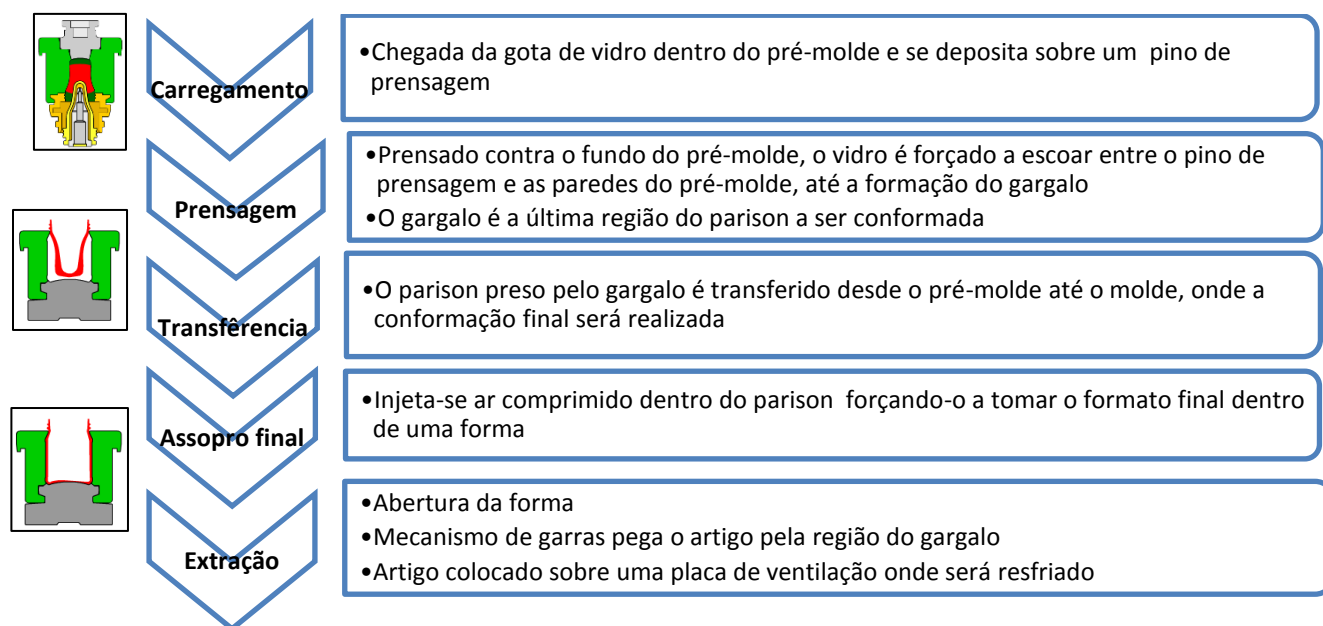
Três processos industriais de fabricação de embalagens de vidro se destacam:

- O processo soprado-soprado (VERALLIA, 2013)



**Figura 5 - Processo soprado-soprado**

- O processo prensado-soprado boca larga (VERALLIA, 2013)



**Figura 6 - Processo prensado-soprado**

- O processo prensado-soprado boca estreita

Este processo é em teoria o mesmo do que o prensado-soprado boca larga só que em prática o tamanho da boca interfere nos parâmetros como a temperatura, a ventilação e a pressão necessária, necessitando assim a distinção entre os dois processos (VERALLIA, 2013).

Dependendo dos artigos a serem produzidos, os técnicos de produção devem identificar o processo a ser utilizado. Caso seja necessário de trocar de processo na mesma máquina, é da responsabilidade deles de programar uma troca de produção mais demorada, e assim, adequar os recursos técnicos e humanos requisitados.

A parte 1.3 Apresentação da fábrica do estágio apresenta a organização e os fluxos internos da fábrica do estágio, descrevendo assim o contexto próprio do estágio e do presente trabalho.

### **1.3 Apresentação da fábrica do estágio**

#### **1.3.1 Contexto da fábrica**

A fábrica, na Água Branca, faz parte da Verallia, ou seja, de um grande grupo de fábricas ao nível mundial. A Verallia obedece a uma lógica regional de administração: assim, a fábrica da Água Branca faz parte de uma entidade regional, a América Latina. Esta entidade, com sede na frente da fábrica na sede geral da Saint-Gobain América Latina, é administrada

com objetivos próprios de inovação, produtividade, qualidade ou responsabilidade ambiental. Ela segue o alinhamento das diretrizes da Verallia Mundo, porém desenvolve suas especificidades locais próprias. Diariamente, o fato de fazer parte de um grupo tem um impacto na gestão da fábrica, nos aspectos estratégicos e também nas possibilidades de trocas de boas ideias e técnicas entre fábricas: há muitos funcionários que visitam outras fábricas ou para resolver os problemas dos outros ou para ver em prática as diferenças de gestão e assim potencial de melhora. Este intercâmbio técnico e cultural entre as fábricas é muito enriquecedor.

A fábrica da Água Branca é antiga, com um forte passado histórico, e tem assim uma forte cultura própria. A localização dela, no centro de São Paulo, faz dela uma fábrica com várias problemáticas próprias: terreno caro, dificuldades dos funcionários ligadas ao trânsito, problemas de segurança,... mas esta localização é também uma vantagem para ter acesso a uma mão de obra qualificada, a proximidade com o Centro Técnico da Água Branca (CTAB) permite de solucionar rapidamente os problemas técnicos, e faz dela também uma fábrica piloto de muitos projetos.

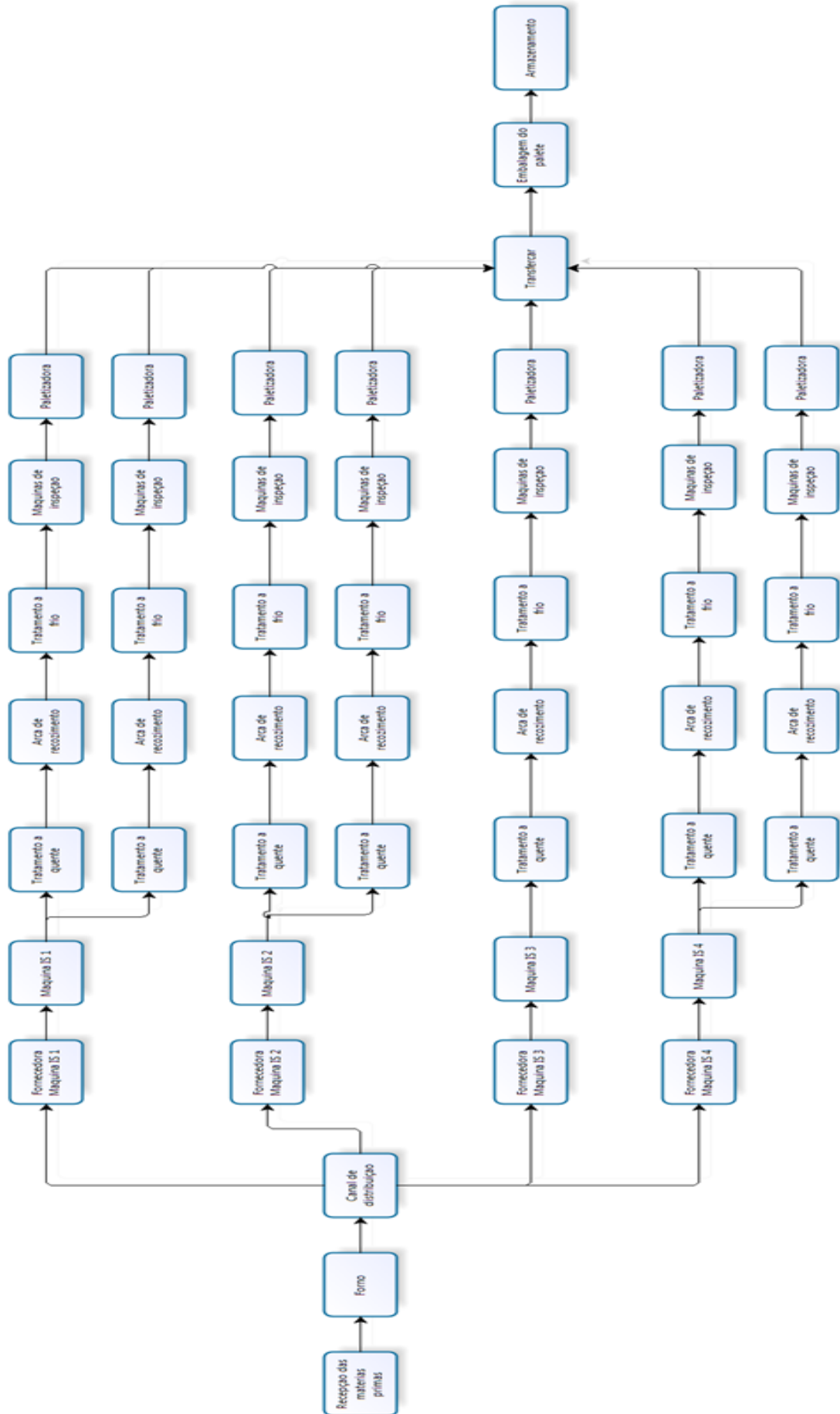
### **1.3.2 Descrição dos fluxos dos processos da fábrica**

O mix de produtos da fábrica é separado entre garrafas e potes de vidros destinados ao setor alimentício: cervejas, café, vodca, sucos, whisky, vinhos, azeite, geleia e palmitos são os conteúdos mais frequentes dos produtos. Os clientes são assim grandes grupos agroalimentares. Os produtos do grupo se destacam no mercado das embalagens de vidro pela qualidade deles e o atendimento preventivo ao cliente. Este mix de produto é disponível em duas cores de vidro: uma transparente, que corresponde à maioria da produção realizada, e uma outra amber, mais ocasional. A produção é possível numa cor só, então qualquer transição de cor precisa de 2 até 3 dias para obter a cor requerida.

Esta fábrica dispõe de um forno que alimenta quatro máquinas IS (máquinas de moldagem), sendo três duplas e uma simples, ou seja três linhas se separam em dois na área fria e uma fica única. O forno funciona todos os dias, 24 horas, impondo o funcionamento do resto da fábrica: existe assim três turnos e uma equipe administrativa e produtiva diária. A fábrica tem assim cerca de 300 funcionários e terceiros.

A Figura 7 mostra os fluxos produtivos da fábrica, da recepção das matérias primas até o armazenamento antes da entrega ao cliente. As matérias primas fundidas juntas dentro do

forno são separadas entre as quatro linhas onde o vidro é moldado, inspecionado e paletizado. Os palhetes, uma vez embalados, são armazenados esperando a entrega aos clientes.



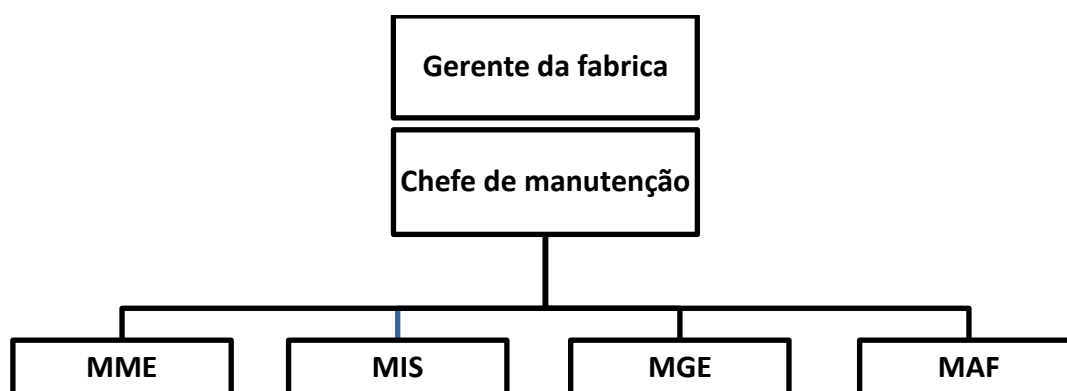
**Figura 7 - Processos produtivos da fábrica**

Estruturalmente, as linhas da Figura 7 parecem ser idênticas, porém cada linha tem um tipo de produtos de maior mix, a velocidade, o peso, o comprimento da linha, o número de seções sendo fatores determinantes da decisão de onde produzir os produtos. Nas linhas com dois braços na área fria, por exemplo, pode ter uma produção de artigos diferentes em cada um dos braços.

Uma das atividades chaves do processo é com certeza a troca, que mostra o potencial de flexibilidade do processo. Há várias trocas por semana, de manhã: as trocas são momentos de total integração do trabalho da produção e da manutenção. O tamanho da equipe de manutenção é cerca do mesmo do que o da produção, mostrando a importância das máquinas nos processos: a produção só pode funcionar se as máquinas estão num bom estado.

### 1.3.3 A manutenção, função pilar da fábrica

A manutenção é separada em várias oficinas (Figura 8) que cuidam de um conjunto distinto de máquinas e equipamentos: as quatro oficinas respondem para o chefe de manutenção que está em relação direta com o gerente da fábrica. Este desdobramento entre várias áreas de manutenção facilita o atendimento às necessidades da fábrica em termos de apoio técnico. Sem uma boa organização da manutenção, os impactos na produção aparecem rapidamente.



**Figura 8 - Organograma da manutenção**

As atividades de manutenção são assim separadas entre as diferentes oficinas da maneira seguinte:

- a Manutenção de Moldes, chamada de MME, é responsável pela manutenção dos moldes, pinos, braçadeiras, ou seja as peças que permitem a diferenciação dos artigos ao nível

da máquina IS. Esta oficina participa da concepção dos moldes em caso de artigos novos ou com mudança, inspeciona as peças para verificar se elas ficam nas tolerâncias do processo depois de uma campanha de produção.

- a Manutenção da Máquina IS, chamada de MIS, é responsável da máquina IS. Um dos trabalhos prioritário dela é naturalmente a troca das peças de moldagem da máquina IS e manutenção das alimentadoras das quatro linhas de produção.

- a Manutenção Geral, chamada de MGE, cuida da parte elétrica da fábrica e dos equipamentos gerais necessários aos circuitos de água, ar comprimido, eletricidade, gás... Os equipamentos que ela gerencia são chaves para a fábrica, qualquer parada pode ter um impacto em todas as linhas de produção, e mesmo muito pouco frequentes, as paradas dos equipamentos na responsabilidade do MGE têm geralmente um forte impacto no rendimento mensal da fábrica.

- a Manutenção Área Fria, chamada de MAF, é responsável pelo conjunto de equipamentos de inspeção dos produtos, das paletizadoras e embaladoras de palhetes. O trabalho da equipe do MAF é essencialmente de determinar os regulagens para ejetar os defeitos padrões definidos pela qualidade. Este trabalho envolve regulagens mecânicos, eletrônicos, óticos e programações de máquinas.

A fábrica fica do lado de um centro técnico de pesquisa e desenvolvimento, assim ela participe ativamente de projetos de inovação, sejam artigos novos ou modificações para aumentar o desempenho econômico e ambiental dos produtos: o MME participe também do redesenho dos moldes e é encarregado pela relação com o fornecedor de moldes, assumindo assim uma parte dos aspetos técnicos dos novos projetos. Os testes são realizados nas linhas da fábrica, com o mesmo processo do que uma campanha clássica de artigo, só que os artigos ficam como amostragens para análise. O desenvolvimento dos novos produtos demora cerca de seis meses.

## **1.4 Cargo assumido durante o estágio**

### **1.4.1 Gestão de projetos de *Lean Manufacturing***

O foco do estágio da autora deste trabalho, nesta fábrica, é de apoiar na gestão em paralelo de vários projetos *Lean Manufacturing*, ou seja vários projetos de redução de consumo de materiais, de redução de defeitos de artigos ou linhas específicas, de melhoria de produtividade e flexibilidade. Para desenvolver este apoio, é preciso acompanhar o andamento



dos grupos por meio de *Follow-Ups*, ou seja auditorias internas, para verificar a qualidade das análises e a evolução dos resultados obtidos. Este trabalho tem duas dimensões, uma mais técnica de verificação das soluções desenvolvidas e a outra mais gerencial, de treinamento e apoio estrutural e organizacional aos grupos. Este papel é totalmente ligado a noção de mudança cultural da empresa e de implantação da melhoria contínua no dia a dia.

Uma das outras responsabilidades foi de apoiar no desdobramento das perdas internas da fábrica para identificar os problemas a serem solucionados. Dependendo dos impactos dos problemas levantados, o papel foi de escolher a maneira de tratar o problema: resolução rápida com reunião de pessoas chaves (*Quick Kaizen*), constituição de grupos multifuncionais de resolução do problema,... No estágio, também há ajuda no acompanhamento dos *Key Performance Indicators* (KPIs), emitidos de maneira mensal pela fábrica e transmitido ao pólo administrativo.

#### **1.4.2 Apoio na implantação da *Total Productive Maintenance* (TPM)**

O outro papel desenvolvido na fábrica é ligado a área de Manutenção, fazendo parte do grupo de gestão da implantação do TPM. Este grupo é responsável da identificação da criticidade dos equipamentos, e da construção de grupos de Manutenção Autônoma (MA) e de Manutenção Preventiva (MP). A ideia é de estratificar as paradas e identificar as oportunidades de melhoria. Para isso, o grupo é responsável do estabelecimento e da disseminação de uma coleta de dados variada e tangível. Saber o tempo de uma parada não basta por exemplo, para analisar melhor os problemas ligados à manutenção é necessário saber as causas raízes dos problemas.

Neste grupo, há apoio no acompanhamento dos grupos de MA e MP, fazendo Auditorias destes grupos para verificar o andamento dos trabalhos feitos. No estágio, há ajuda também na implantação da análise sistemática das maiores ocorrências mensais, apoiando na utilização das ferramentas para fazer uma análise completa das causas e das ações a serem implantadas.

#### **1.4.3 Papel de tradutora**

Sendo francesa e falando naturalmente um francês fluente, a autora deste trabalho teve várias missões de tradução a fazer. Houve participação de uma auditoria industrial realizada por dois franceses na minha fábrica: traduzindo as perguntas deles e as respostas dos funcionários da fábrica, houve a oportunidade de assistir a uma análise completa dos

processos da fábrica. Fora desta auditoria, houve, ainda, tradução de vários documentos vindo do polo francês para disseminar as informações dentro da minha fábrica.

Este papel de tradutora, mesmo se mais discreto durante o estágio, mostrou bem as capacidades de adaptação e de fácil intercâmbio que consegue-se desenvolver fazendo um duplo diploma, tendo assim acesso a várias culturas ao mesmo tempo.

Assim, tive a oportunidade de desenvolver um papel bastante variado ao longo do estágio, tendo contatos com muitas áreas da fábrica.

### **1.5 Problemática e objetivos do trabalho**

Como já foi levantado nas partes anteriores, a sustentabilidade é hoje no setor das embalagens um assunto chave. Todos os setores tentam reduzir o impacto das embalagens no meio ambiente, tentando de limitar ou mesmo suprimir os resíduos ligados ao embalagem dos produtos. O vidro sendo 100% reciclável, ele não fica como resíduo não-renovável na natureza. Porém, ligado a produção e a fundição dele, são consumidas matérias primas como água, gás, lubrificantes e outros produtos químicos que podem e devem ser limitados e reduzidos quanto mais for possível.

Por isso, surgiu a oportunidade de fazer um trabalho de melhoria da sustentabilidade da minha fábrica, e para poder seguir os efeitos e os impactos deste trabalho, foi decidido de focar numa área em particular para concentrar os esforços. A área escolhida é a Área Fria, ou seja a área de inspeção dos artigos. Esta área, mesmo se não é a mais consumidora de energia, é interessante a estudar pelo fato de apresentar vários desvios e não otimização de alguns processos.

O objetivo deste trabalho é de oferecer uma melhoria do desempenho desta área para obter uma melhoria principalmente da sustentabilidade econômica e ambiental da área e também por implicação da sustentabilidade social. O interesse da empresa para este trabalho é forte, considerando que esta área é no foco da fábrica por causa dos problemas que ela causa diariamente, mensalmente e simplesmente nos resultados da fábrica. Esta área tem duas maiores dimensões de perdas: as perdas de artigos, ou seja resíduos sólidos próprios à área, e o consumo do tratamento a frio faltando de sistemática.

O presente trabalho começa com uma pesquisa bibliográfica das estratégias de gestão ambientais utilizadas hoje em dia pelas empresas, depois, por meio de um levantamento de dados ligados aos problemas levantados, será definido método adequado para tentar

soluciona-los. A solução será desenvolvida numa linha piloto e expandida depois para as outras linhas. Assim, este presente trabalho pretende: reduzir a produção de resíduos sólidos da área, os cacos de vidro; ter ganhos financeiros ligados a esta redução de perdas do processo; otimizar o consumo do produto químico de tratamento das garrafas, o tratamento a frio.

O presente trabalho vai assim se focar nestas perdas e desenvolver soluções para reduzir-lhes:

- as ligadas as paradas dos equipamentos provocando a necessidade de mandar a produção para bica
- as devidas aos problemas de fluidez das linhas, ao origem de artigos caídos
- as ligadas aos desvios de tratamento a frio.



## 2. ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade é um conceito que passa por crescentes pressões sociais e ambientais, ao origem de debates entre governos, empresas, universidades e outros institutos. Os impactos dos produtos e dos sistemas produtivos destas últimas décadas demonstraram o potencial destrutivo das atividades produtivas para o meio ambiente e a sociedade em geral (AMATO NETO, 2011). Em vez de só valorizar a dimensão econômica do desenvolvimento, como o processo de industrialização fundamentado no típico modelo taylorista/fordista, sucessivos fóruns internacionais em Kyoto, Johannesburgo, Bali, Bangkok ou Cancun, nas últimas décadas marcaram o início de uma conscientização mundial dos problemas ambientais e de formulação de projetos e práticas sociais mais adequadas. O âmbito normativo empresarial, com as Normas de Gestão Ambiental ISO14000, a Norma de Responsabilidade Social ABNT16001 e ISO26000, passou a ser cobrado pelos governos e outros parceiros para atingir metas de pontos ambientais.

Assim, segundo o relatório Brundtland:

“O termo de sustentabilidade deve ser compreendido como um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Portanto, um modelo de desenvolvimento sustentável deve objetivar o atendimento das necessidades presentes na sociedade, sem, contudo, comprometer a possibilidade de gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.”

A sustentabilidade tem três aspetos a serem considerados, a “Triple Botton Line” (ELKINGTON, 1999) : a dimensão socioeconômica, com ações contra a pobreza, novas modalidades de consumo, ações de proteção e fomento da saúde humana, desenvolvimento sustentável dos recursos humanos; a dimensão ambiental, com planejamento de ações de preservação da Biodiversidade, proteção da qualidade dos recursos hídricos, gestão ecologicamente racional dos produtos químicos tóxicos, gestão ecologicamente racional dos rejeitos perigosos e gestão ecologicamente racional dos rejeitos sólidos; e finalmente, a dimensão social, com valores, diversidade, visões do mundo associados à cultura e educação para o Desenvolvimento Sustentável (AMATO NETO, 2011).

O mundo produtivo costuma operar com paradigmas, seja da produção em massa ou depois da produção enxuta: hoje a indústria está procurando um paradigma de produção

sustentável (SEIFFERT, 2005). Assim, Seiffert (2005) aponta alguns tipos de benefícios que incentivam as manufaturas a possuírem uma eco estratégia:

- desempenho econômico, como redução de consumo de insumos, redução de multas e penalidades por poluição excessiva, aumento da demanda por produtos que contribuem para diminuição da poluição,...

- desempenho estratégico, como melhoria da imagem institucional, renovação do portfólio de produtos, aumento da produtividade, acesso assegurado aos mercados externos, melhoria das relações com os órgãos governamentais, comunidade e grupos ambientalistas.

Assim, estes últimos anos, várias estratégias de gestão ambiental começaram a crescer nas empresas e estão ainda em construção para reduzir os impactos dos processos e dos produtos no mundo (SEIFFERT, 2005).

## **2.1 Gestão preventiva da sustentabilidade**

### **2.1.1 Mudanças estruturais nas ações ambientais tomadas**

Com a evolução do interesse das pessoas e das empresas sobre a noção de sustentabilidade, apareceu uma necessidade de mudança sobre a natureza das ações decididas. O foco deve ser na prevenção mesmo dos processos, e não na reação ao encontro dos desvios deles. Assim, são termos-chaves a prevenção da poluição, redução de desperdícios, minimização de desperdícios, redução da utilização de produtos tóxicos ou produção limpa. Este foco na prevenção implica uma análise das causas raízes dos desperdícios ligados aos processos para assim criar soluções para prevenir os gastos (SCHALTEGGER, 2008). Pode ser feita uma hierarquia dos comportamentos manageriais ao encontro dos desperdícios (Figura 9), que na pirâmide da figura 9 (HIRSCHHORN, 1993). Ao longo dos anos, as empresas têm tomado ações que vão de “baixo para cima” na pirâmide, as várias etapas mostrando graus mais elevados de comprometimento sustentável.



***Figura 9 - Hierarquia dos comportamentos manageriais***

Dependendo da postura da empresa, ela pode ser classificada num dos níveis que seguem:

1. Submissão as regulações existentes
2. Antecipação de algumas regulações cujas rigores estão aumentando
3. Internalização do pensamento e da ação de administração ambiental

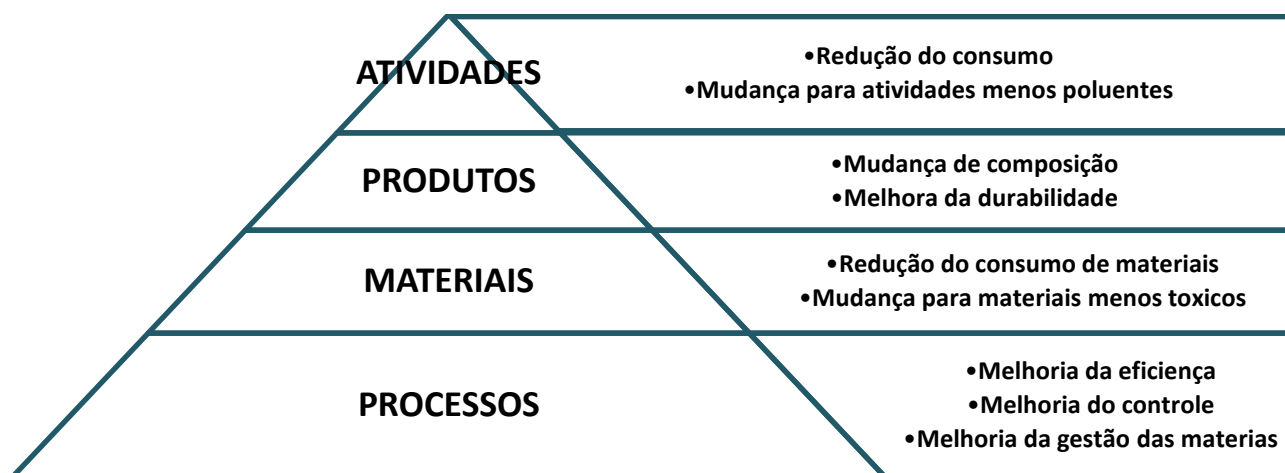
O papel dos governos neste ambiente fica de criar circunstâncias de promoção da gestão ambiental, por meio de regulações e outras leis, quando o papel das indústrias é no mínimo de seguir estas regras. No setor das embalagens, para ser competitivo no mercado mundial, atingir o top da pirâmide fica hoje um requisito competitivo e não mais um diferencial: é o que os clientes esperam desta indústria. Quanto melhor sua gestão ambiental, quanto mais atraente o produtor aparece. Para isso, essas empresas precisam hábitos e procedimentos para integrar gradualmente as responsabilidades sociais, económicas e ambientais no dia a dia e nas atividades operacionais (SCHALTEGGER, 2008).

A maioria das companhias ficam no nível 1, quando somente algumas estão evoluindo e implantando políticas e procedimentos do nível 3. Segundo Svedin (1989), no nível de internalização do pensamento existe várias estratificações. A organização da empresa inteira é envolvida e como ela pode ser otimizada para atingir as metas de prevenção requeridos. No nível estratégico, as políticas estratégicas da empresa são desenvolvidas de maneira que todos os aspetos ambientais dos processos produtivos e dos produtos sejam considerados numa base estrutural e contínua e não somente de maneira discreta. Por fim, precisa-se uma avaliação

para questionar a importância e a adequação das atividades produtivas da empresa e da relevância dos produtos dela na sociedade e no meio ambiente (SCHALTEGGER, 2008).

### 2.1.2 Hierarquia de ações preventivas

Pensando na prevenção, a maior pergunta é de saber se os impactos negativos das atividades produtivas ultrapassam os aspectos positivos. Este paradigma da prevenção pode ser implementado ao nível tecnológico, ao nível dos materiais ou ao nível dos produtos mesmos, sugerindo uma hierarquia na pirâmide da Figura 10 (HIRSCHHORN, 1993):



*Figura 10 - Hierarquia das ações preventivas*

As ações mais eficazes ficam no top da pirâmide porque elas implicam mudanças radicais de pensamento do processo inteiro, atacando as causas raízes dos problemas ambientais. As mudanças de atividades precisam de modificações radicais, porém é um nível onde a produção limpa vira uma estratégia socioeconômica crucial, com um amplo range de aplicação. Mudando a demanda para um dado produto, o consumidor tem a possibilidade de aplicar individualmente prevenção da poluição: este tipo de prevenção dá a possibilidade e o poder aos indivíduos de resolver problemas de problemas ambientais. Assim, o movimento de consumo sustentável e o crescente interesse para o ciclo de vida dos produtos são muito importantes para evolução das soluções ambientais. O questionamento sobre a verdadeira necessidade de um produto faz parte dos direitos e dos deveres do consumidor: sacolas de tecido em vez de plástico, bicicleta vs carros são tantas possibilidades à escolha dele. Um mercado adequando-se às modificações das demandas verdes não vê elas como ameaças mas como oportunidades de novos negócios (SCHALTEGGER, 2008).

O foco nas matérias utilizadas leva a pensar também na redução do uso dos produtos tóxicos, sejam durante os processos produtivos ou dentro da composição dos produtos



mesmos. Este foco precisa de menos mudanças do que uma mudança de atividade porém pode ter um impacto importante também (AMATO NETO, 2011).

Mudanças nos processos produtivos, considerando os processos inteiros, são ligadas aos conceitos de melhor tecnologia disponível, tecnologia limpa e tecnologia com pouco ou nenhum desperdício. As empresas têm a responsabilidade de ficar buscando nas evoluções tecnológicas as soluções aos problemas de desperdícios nos processos delas.

Em breve, com uma perspectiva de longo prazo, há uma necessidade de mudar os produtos e os materiais de constituição deles, e não só se focar na redução dos desperdícios de consumo internos aos processos. Isso lida com a necessidade de inovação permanente com um olhar de sustentabilidade: a inovação deve fazer parte integrante das políticas sustentáveis das empresas, tornando inovações tecnológicas e reestruturações de processos como vantagens competitivas e não como ameaças de uma posição de líder já estabelecida. Foco na produção limpa está se virando uma oportunidade de negócios e de competitividade maior no mercado (SCHALTEGGER, 2008).

## **2.2 Produção Mais Limpa – P+L**

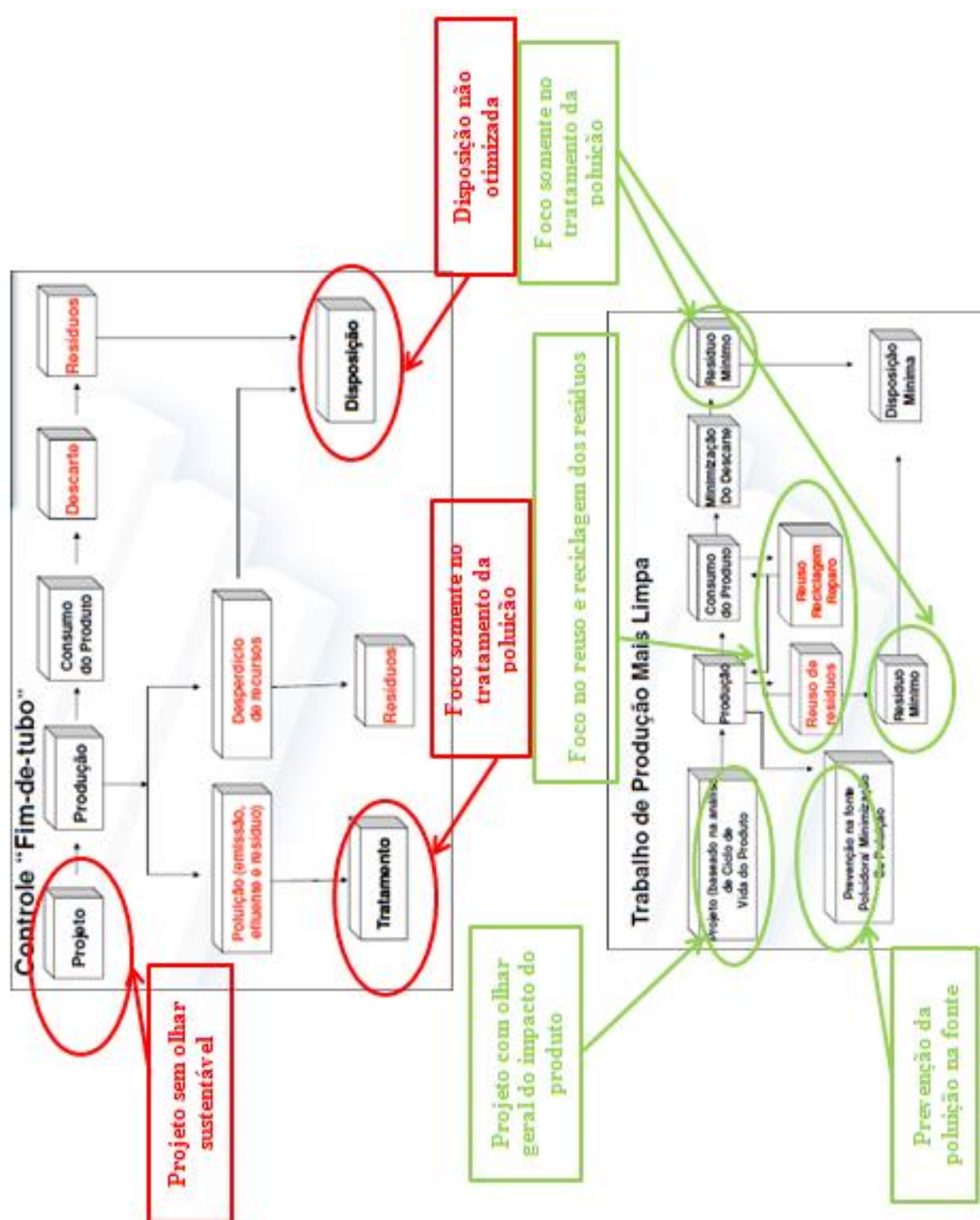
### **2.2.1 Princípios da abordagem de Produção Mais Limpa (P+L)**

A Produção Mais Limpa (*Cleaner Production*) incentiva a utilizar ações preventivas de proteção ambiental: em 1991, a UNEP definiu ela como “ a aplicação contínua de uma estratégia integrada de prevenção ambiental aos processos, produtos e serviços de modo a aumentar a eficiência e reduzir os riscos para os homens e para o meio-ambiente”. Ela busca a minimizar os resíduos e emissões e maximizar a produção do produto, sugerindo melhores escolhas no uso de materiais e energia para evitar os desperdícios. Assim, esta abordagem vai ao encontro dos argumentos das empresas sobre as restrições ligadas ao aumento de custos e perdas de competitividade. De fato, ela sugere uma estratégia preventiva e integrada na qual os controles e tratamentos dos poluentes no *end of pipe* não são mais o principal objetivo: o foco fica na redução e na prevenção da poluição e dos desperdícios no ciclo de produção inteiro, usando de maneira otimizada os materiais, a energia e a água (SCHALTEGGER et al., 2008). A teoria *end of pipe*, implantada inicialmente nos países ocidentais, incentiva a limitar os impactos das atividades industriais no meio ambiente. Preconizando práticas mais sustentáveis com foco nos processos de fabricação, a Produção Mais Limpa forma uma importante alternativa para superar as resistências às mudanças necessárias para melhorar a sustentabilidade das atividades produtivas.

Esta abordagem tem várias dimensões a considerar, dependendo do estado de implantação. Assim, a P+L implica uma mudança radical nos padrões de produção de bens e serviços, mas também segundo Amato (2011, p. 102), “o sucesso da empresa nesse aspecto poderá ser alcançado com medidas simples, sem maiores esforços, nem custos elevados”.

A abordagem P+L sugere um foco diferente da abordagem convencional, que concentra os esforços de redução de impactos ambientais no “fim – de – tubo”, ou “end – of – pipe” em inglês, tratando as emissões e descartando os desperdícios de recursos. A P+L ataca os pontos de desperdícios desde o início de qualquer produto, ou seja desde o projeto de produção dele. O produto é projetado com uma análise de ciclo de vida dele, ou seja ele já é concebido pensando nos impactos que ele vai ter na sociedade. Caso os impactos sejam superiores as normas ou as metas admissíveis pelas empresas, o projeto é descartado. Na produção mesma, o foco para os produtos poluentes não é mais no tratamento mas na prevenção na fonte poluidora, ou na diminuição das emissões. Além do foco na poluição, a P+L pretende controlar melhor os resíduos internos aos processos, e não somente desposar deles como na abordagem convencional. Os recursos são reuso até obter um resíduo mínimo, inutilizável dentro do processo e necessitando ser descartado. O projeto de análise do produto também deve pensar no possível reuso do produto pós-consumo e talvez na reintegração dele como matéria reutilizável, a reciclar ou simplesmente a reparar. Assim, com este processo o descarte de produto é também minimizado, obtendo deste jeito uma disposição mínima do conjunto de resíduos ligados ao produto, seja na produção ou no consumo.

Assim, a diferença entre estas duas abordagens pode ser resumida nos esquemas Figura 11. Podemos ver que a abordagem da Produção Mais Limpa oferece pontos de vista para vários pontos da cadeia produtiva., desde a criação do produto na fase de desenvolvimento do projeto. Ela se foca na eliminação das fontes dos problemas dos processos e não nos tratamentos dos resíduos.



**Figura 11 - Diferença de abordagens da produção**

Assim, segundo a UNEP (2006), para os processo produtivos, a Produção Mais Limpa resulta de uma das seguintes ações ou da combinação delas: conservação de matérias primas, água e energia; eliminação de matérias-primas tóxicas e perigosas e redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e perdas na fonte durante o processo produtivo. Além disso, a

Produção Mais Limpa pretende produzir bens e serviços com o mínimo impacto ambiental dentro das limitações econômicas e tecnológicas do presente.

Resumindo, os principais objetivos da Produção Mais Limpa ficam os seguintes:

- Minimizar o uso, como otimizar o reuso e a reciclagem, dos produtos perigosos e não perigosos.
- Uso dos materiais durante o processo de produção de maneira mais eficiente, reduzindo a quantidade necessária na entrada e também os desperdícios não desejados da produção.
- Minimizar os riscos e melhorar o capital humano com programas de higiene e segurança no trabalho
- Melhorar os resultados financeiros pela redução de consumo energético e redução de materiais e manuseios. Isso precisa muitas vezes de investimentos. (SCHLATEGGER et al., 2008)

Um dos aspectos fundamental e convencedor do conceito de P+L é o fato que ela representa uma estratégia “ganha-ganha”, ou seja é favorável ao mesmo tempo para o desempenho ambiental e o desempenho econômico da empresa. As perdas no processo produtivo são vistas como evidência de um desempenho econômico negativo, enquanto os esforços para a redução do consumo de matéria-prima e de energia, assim como para a redução ou prevenção da geração de perdas, resultam no aumento da produtividade, o que beneficia a empresa financeiramente (UNEP, 2006).

### **2.2.2 Implantação da Produção Mais Limpa**

A Produção Mais Limpa é composta por seis estágios formando 21 pontos a seguir para implantação:

1. Primeiro estágio: Planejamento
  1. Compromisso da direção da empresa
  2. Definição da equipe de implantação do programa e realização de sua sensibilização
  3. Identificação de barreiras
  4. Formulação de objetivos e metas
2. Segundo estágio: Diagnóstico
  1. Conhecimento do layout
  2. Elaboração do fluxograma do processo

3. Análise dos inputs e outputs
4. Identificação do foco do estágio de avaliação
3. Terceiro estágio: Avaliação
  1. Elaboração do balanço de massa:  $SAÍDAS=ENTRADAS+ACÚMULO$
  2. Análise do balanço de massa
  3. Estabelecimento das opções de Produção Mais Limpa
  4. Organização das Opções
4. Quarto estágio: viabilidade
  1. Avaliação prévia
  2. Avaliação técnica
  3. Avaliação econômica
  4. Avaliação ambiental
  5. Escolha das opções de implementação
5. Quinto estágio: Implementação
  1. Planejamento da implementação da P+L
6. Sexto estágio: Monitoramento e melhoria contínua
  1. Implementação das opções P+L
  2. Monitoramento do desempenho
  3. Continuidade do programa (melhoria contínua).

A implantação da Produção Mais Limpa é ademais do que um passo a passo que deve ser seguido cronologicamente e com rigor: a Produção Mais Limpa, como muitos outros programas de Sustentabilidade, implica uma verdadeira mudança de cultura interna da empresa. A eficácia da implantação de um Programa de Produção Mais Limpa se mede no tempo, na capacidade de ficar evoluindo no sentido positivo (SCHALTEGGER, 2008).

### **2.2.3 Barreiras para implantação da Produção Mais Limpa**

O sucesso da implantação de uma Produção Mais Limpa pode ser comprometido por causa de um conjunto de barreiras inerentes a organização, a cultura atual da empresa, à mente dos funcionários,... As barreiras podem ser separadas em grandes temas que permitem de identificar quais vão ser os principais agentes atrasadores ou bloqueantes do avanço: as grandes dimensões das barreiras ficam assim a dimensão técnica, a dimensão comportamental, a dimensão governamental e um conjunto de outras temáticas.

A dimensão técnica está ligada as barreiras próprias aos processos do ponto de visto tecnológico. Para entender as perdas dos processos, precisa ter dados tangíveis e não só avaliação subjetiva. Para implantar e manter boas coletas de dados, precisa se de recursos humanos e eletrônicos que podem formar uma barreira por ausência de capacidade técnica ou simplesmente por falta de recursos materiais. Uma coleta de parâmetros energéticos não pode existir sem sensores e levantamentos chaves. Os recursos humanos, especialmente no chão das fábricas, não sempre tem a disponibilidade de estar levantando este tipo de informação. Já que a tendência atual é de sempre ter efetivos restritos, a implantação da Produção Mais Limpa pode também ser confrontada a um problema de limitação dos recursos para análise destes dados. Dependendo dos processos, das máquinas, o acesso às informações técnicas próprias ao funcionamento dos equipamentos pode também ser limitado ou pelos centros técnicos da empresa. Assim, um foco na melhoria da comunicação interna da empresa pode ser um ponto para ultrapassar barreiras de acesso à tecnologia, mas essas informações podem também ser limitadas pelos fornecedores dos equipamentos que passam informações parciais. O conhecimento da tecnologia ao nível científico pode igualmente ser muito parcial e por isso, as empresas devem ficar atentas às potenciais evoluções do produto e as novas descobertas sobre ele. A falta de capacidade de inovar do ponto de vista da tecnologia utilizada é também um dos pontos da dimensão técnica. Um último ponto da dimensão técnica é a própria manutenção dos equipamentos dos processos que pode ser uma grande barreira, não basta tentar propor melhorias dos processos teóricos se na realidade os equipamentos presentes nos fluxogramas dos processos não estão funcionando com as condições básicas requeridas.

A dimensão cultural é ligada a base mesma de qualquer empresa, os funcionários. Para qualquer tipo de programa funcionar, é necessário ter o apoio e a participação de todos os integrantes dos processos, da alta gerência até o chão da fábrica. Por isso, o treinamento das pessoas e a comunicação das informações e das necessidades de sustentabilidade da empresa devem ser mensagens transmitidos de maneira estruturada e repetitiva. Assim, mantem-se ou implanta-se uma cultura de sustentabilidade e de melhoria contínua. Naturalmente, as pessoas vão estabelecer uma barreira pessoal, de resistência a mudanças: fazendo no cotidiano um conjunto de atividades, não vão ser todos que vão aceitar facilmente de mudar de comportamento. O sucesso de uma implantação e da manutenção de um programa depende de maneira intrínseca da capacidade da liderança a incentivar e guiar as pessoas nas escolhas do dia a dia com um olhar mais sustentável. Esta barreira de resistência a mudanças está assim

ligada ou a falta de liderança ou a uma supervisão deficiente. A falta de compreensão dos assuntos pode também lidar a uma desmotivação das pessoas ou a um medo de errar, e assim a uma falta de comprometimento das pessoas, não permitindo de ir para frente.

A Figura 12 - Barreiras técnicas e comportamentais aponta em breve as barreiras destas duas dimensões (AMATO NETO, 2011).

| CLASSIFICAÇÃO  | DESCRIÇÃO DAS BARREIRAS   |
|----------------|---|
| Técnica        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de recursos necessários à coleta de dados;</li> <li>• Recursos humanos limitados ou indisponíveis;</li> <li>• Limitação ao acesso de informações técnicas;</li> <li>• Limitação de tecnologia;</li> <li>• Déficit tecnológico;</li> <li>• limitação das próprias condições de manutenção.</li> </ul> |
| Comportamental | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de cultura em “melhores práticas operacionais”;</li> <li>• Resistência a mudanças;</li> <li>• Falta de liderança;</li> <li>• Supervisão deficiente;</li> <li>• Trabalhos realizados com o propósito de manutenção do emprego;</li> <li>• Medo de errar.</li> </ul>                                   |

**Figura 12 - Barreiras técnicas e comportamentais**

Na Produção Mais Limpa, os governos e as normas que eles estabelecem podem também formar barreiras a mudanças. Os consumos de água, gás ou eletricidade fazem parte dos dados a serem coletados e monitorados pela empresa para análise e definição de potenciais de melhoria. Políticas inadequadas, muito variáveis no ano, por exemplo, podem ser um limite para análise dos dados e na origem de tomadas de ação não prioritárias ligadas aos custos intrínsecos a estes consumos. Em muitos países, as normas têm um ponto de vista muito “Fim-de-tubo”, forçando as empresas a concentrar os esforços neste controle, quando as maiores mudanças poderiam ser feitas em outros pontos do processo, com um impacto muito mais relevante. Esta política de “Fim-de-tubo” foca as pesquisas das empresas nos tratamentos das rejeições em vez de se focar na minimização da poluição e dos desperdícios de maneira geral. Como muitos assuntos ligados aos problemas ambientais estão ainda no estado de análise e pesquisa as normas governamentais ficam oscilando, impedindo algumas vezes um entendimento claro das ações a tomar no longo prazo.

Outros pontos são também relevantes na análise das barreiras de implantação da Produção Mais Limpa, como o fato que há pouco apoio institucional para os assuntos de Sustentabilidade. De fato, as empresas têm dificuldades a achar a ajuda que elas precisam para estruturar as ações e os programas de melhoria da sustentabilidade, qualquer seja a dimensão da sustentabilidade considerada. Ademais, a sociedade não é ainda muito focada nas ações a serem cumpridas para minimizar a poluição: a questão da sustentabilidade é um grande assunto de nossos dias, porém há pouca pressão para tomada de ações, e as discussões demoram para ter impactos. Como o governo dá um estímulo limitado para minimização dos desperdícios, não são muito consideradas as limitações de espaço que as empresas podem ter na implementação de medidas de minimização de resíduos.

A Figura 13 levanta de maneira concisa estas últimas barreiras (AMATO NETO, 2011).

| CLASSIFICAÇÃO    | DESCRIÇÃO DAS BARREIRAS   |
|------------------|---|
| Governamental    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Política inadequada de estabelecimento de preço de água;</li> <li>• Concentração de esforços no controle "Fim-de-tubo";</li> <li>• Mudanças repentinas nas políticas industriais;</li> <li>• Falta de estímulo para atuar na minimização da poluição.</li> </ul>   |
| Outras barreiras | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de apoio institucional;</li> <li>• Falta de pressão as sociedade para a prevenção da poluição;</li> <li>• Limitação de espaço nas empresas para a implementação de medidas de minimização de resíduos;</li> <li>• Presença de variações sazonais.</li> </ul> |

*Figura 13 - Barreiras governamentais e diversas*

### **2.3 Análise do ciclo de vida dos produtos – Life Cycle Assessment (LCA)**

A análise de ciclo de vida dos produtos é uma ferramenta permitindo a quantificação das emissões ambientais ou a análise do impacto ambiental de um produto, sistema ou processo. Essa análise é realizada considerando a vida inteira do produto, ou seja desde a extração das matérias primas para um produto até o final da vida dele, deixando de ter uso e descartado como resíduo. O produto é analisado passando pelas etapas de manufatura, transporte e uso. Geralmente, a LCA é utilizada para comparar diferentes produtos e ver qual



é o mais sustentável: a ferramenta ajuda para escolher entre duas opções na hora de desenvolver projetos de produtos.

A LCA é uma metodologia para:

- Calcular o consumo energético e os resíduos ambientais dos produtos
- Avaliar os impactos ambientais dos desperdícios
- Buscar a valorizar os impactos sociais

Assim, a LCA é um procedimento holístico de contagem ambiental e quantifica e avalia todos os desperdícios descarregados na natureza, e a energia e matérias primas consumidas durante o ciclo de vida inteiro, começando com a exploração das matérias primas, passando pela manufatura e pela distribuição até o consumidor para finalmente chegar na disposição do produto (DE OUDE, 1993).

A metodologia tem várias vantagens para os que utilizam-lhe, permitindo as indústrias de identificar oportunidades para redução de desperdícios e ao mesmo tempo permitindo a melhoria contínua dos produtos, das embalagens e dos processos. Ela também representa uma abordagem aceitável em todas as circunstâncias, reguladores, legisladores, cientistas, grupos ambientais, oferecendo uma justificativa técnica muito acreditável para a escolha de matérias primas, estratégias de abastecimento e opções de processos.

Um estudo de LCA somente começa quando o objetivo está claramente definido, determinando o foco do trabalho. A análise examina alguns pontos representativos do ciclo de vida do produto: aquisição das matérias primas; manufatura, processos; distribuição e transporte; use/reuso/manutenção; reciclagem; management dos desperdícios. Os dois indicadores-chaves a considerar na LCA são o consumo de energia e a geração de resíduos.

### **2.3.1 Inventário dos consumos energéticos**

Os fontes de energia podem ser petróleo, carvão, gás natural, água, madeira ou mesmo nuclear. A energia pode ser separada em várias categorias: energia de processos, necessária para transformar o produto com processos químicos ou físicos até o produto acabado; energia ligada ao transporte, utilizada para transportar o produto bruto, as formas intermediárias e o produto bruto de um lugar para o outro, seja de navio, trem, caminhão, avião,...; e finalmente, a energia própria, ou seja a energia que seria obtida com o produto bruto. Os requisitos energéticos são geralmente alocados nos processos com base no peso dos produtos produzidos. Em alguns casos, a base de cálculos escolhida é um equivalente químico ou

térmico mais do que o peso. Para a LCA, é muito importante de alocar os requisitos energéticos de maneira objetiva e de forma consistente ( DE OUDE, 1993).

Esses últimos comentários sobre os requisitos energéticos internos aos processos estão também validos para a gestão da energia ligada aos desperdícios dos processos. É também necessário de calcular o desperdício energético, fazendo uma distribuição com os coprodutos. Desperdício é definido como matéria que mesmo depois de um tratamento não tem valor no mercado ou uso alternativo e deve ser disposta na natureza. Os coprodutos são produtos que podem ter uma função alternativa fora do processo, caso existe uma opção de trata-los.

O reciclagem de materiais requer o uso de métodos de cálculos próprios. Existe dois casos diferentes de reciclagem: loop de reciclagem fechado ou aberto. Num loop fechado, todos os materiais estão reintegrados no processo de produção do produto acabado. Num loop aberto, existe uma separação dos materiais reciclados entre vários processos em paralelo. O setor de embalagem de vidro é um exemplo típico de loop fechado, com a reintegração total dos cacos de vidro dentro do processo de produção, seja de maneira interna as fábricas ou com o caco vindo dos consumidores.

Assim, essa primeira parte da análise do ciclo de vida dos processos permite de fazer um inventário dos requisitos de consumo energético e de acessar a uma outra etapa da análise, a avaliação dos impactos ambientais das emissões e dos consumos.

### **2.3.2 Avaliação de impacto ambiental**

A conversão dos dados obtidos na etapa de inventário dos consumos e emissões precisa de uma translação dos cálculos de consumos para cálculos de efeitos ambientais. No início, as primeiras LCA eram feita comparando a quantidade de desperdícios criados com a limite legal para este tipo de material. Hoje, os procedimentos estão mudando par métodos mais significantes. O problema do uso único das leis em prática é que muitas vezes os limites definidos dependem da viabilidade tecnológica e das restrições económicas. Para muitos desperdícios químicos, não existem ainda nenhum limite, ou há somente limites de exposição dos seres humanos e não da natureza em si. Fica muito mais significativo de considerar emissões energéticas como fatores estressantes que podem ter impactos ambientais. Por exemplo, fosfato e nitrato são fatores estressantes já que eles podem causar eutrofização da superfície das águas.

### **2.3.3 Comunicação dos resultados da Análise de Ciclo de Vida**

Os resultados da LCA devem ser publicados para o conhecimento dos consumidores e da sociedade em geral. A sociedade mesma quer hoje ser informada sobre os ciclos de vida dos produtos. Este tipo de análise está cada vez considerada com mais atenção dos consumidores: dependendo dos produtos, as análises forneceram dados que os consumidores não expectavam, e foram ao origem da queda de compras de alguns produtos privilegiando outros mais sustentáveis. A LCA permite de ter uma visão global dos impactos ambientais ligados a função de um produto: ela não se foca somente num tipo de impacto. Assim, ela é uma ferramenta muito útil para fazer escolhas de alancos globais e locais.

Porém, a LCA ainda fica limitada pela falta de acessibilidade de dados confiáveis sobre muitos fluxos, especialmente sobre os fluxos regionais. De fato, não sempre existem dados para todos os processos, e algumas vezes é necessários utilizar dados genéricos ou dados de processos similares. As escolhas metodológicas feitas durante a análise também podem inverter as classificações dos produtos comparados, em função dos pesos, da importância e das normas utilizadas para definir os processos.

A LCA permite de obter dados quantitativos e objetivos facilmente utilizáveis para animar o debate político. Ela é uma ferramenta científica de apoio para decisões de interesse global.

Resumindo, a Análise do Ciclo de Vida pode ajudar para:

- Fornecer informações úteis para os consumidores
- Identificar as necessidades de estabelecer metas de regulamento
- Identificar oportunidades de melhorias de produtos
- Definir produtos melhores do ponto de vista ambiental desde o início do projeto do produto.

## **2.4 A remanufatura**

A remanufatura é conceito de restituir a vida útil de produtos usados, segundo determinados padrões desejados: o produto inteiro ou parte dele permite a remanufatura, visando como padrão o mesmo desempenho do produto novo e a mesma garantia de funcionamento (CHAPMAN et al., 2010; CHARTER, 2006; IJOMAH et al., 2002; STEINHILPER, 1998; THIERRY et al., 1995). No mundo inteiro, a remanufatura está virando

uma grande oportunidade de negócios para diversos tipos de empresas de múltiplos setores (LUND, 1996), mesmo se muitas empresas ainda continuam ignorando ou rejeitando a remanufatura de seus produtos.

O potencial da remanufatura é difícil de ser medido, segundo Robert Lund (1996), o volume de negócios que ela representa é um “gigante escondido”. Nas últimas décadas, as empresas que realizam remanufatura geralmente não são especializadas nisso, dificultando as possibilidades de ter uma visão global. A remanufatura faz parte integrante dos processos de vários setores: automotivo, aeroespacial, de compressores, equipamentos elétricos, maquinários, móveis de escritório, pneus, cartuchos para impressoras,... (GRAY; CHARTER 2006; LUND, 1996). Segundo Steinhilper (1998), a remanufatura é um negócio que precisa de muito mão-de-obra, requerendo de três a cinco vezes mais pessoas do que para a produção primária do produto.

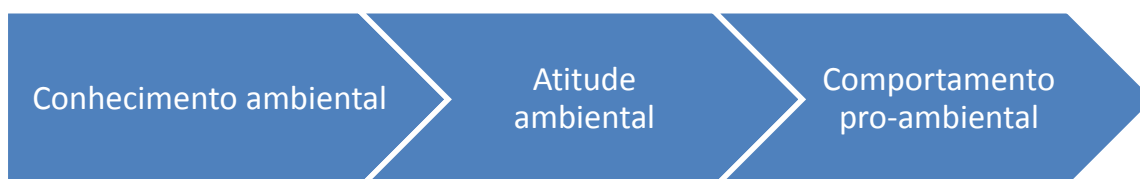
A remanufatura é um modo de produção visto como mais sustentável devido à sua rentabilidade, sendo ao mesmo tempo menos prejudicial ao meio ambiente, consumindo menos energia na produção e gastando muito menos matérias primas do que o produto novo. Ela pode assim ser considerada como uma resposta às legislações que incluem o princípio de Responsabilidade Estendida do Produtor (*Extended Product Responsibility* – EPR), definida pela *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD). De fato, esta abordagem de política ambiental estende a responsabilidade do produtor até a fase do pós-consumo, o produtor sendo responsabilizado do destino ambiental dos produtos depois de serem usados. Este princípio torna-se cada vez mais presente nas legislações, como nos casos de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, de veículos em fim de vida ou de embalagens, na União Europeia, ou eletrodomésticos no Japão (MILANEZ; BÜHRS, 2009; SPICER; JOHNSON, 2004; STEINHILPER, 1998). Hoje, com a consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, o princípio está sendo mais expandido no Brasil (BRASIL, 2010).

A remanufatura é um processo que pode ser utilizado facilmente para as embalagens de vidro. Um mesmo artigo pode de fato servir várias vezes, e repassar pelo processo de envase nas linhas de produção dos fabricantes de produtos alimentícios. Na Alemanha por exemplo, uma mesma garrafa de cerveja pode ser utilizada até umas 10 vezes (VERALLIA, 2013). Para implantar esta remanufatura das embalagens, é necessário implantar um sistema de coleta dos artigos esvaziados, então é um trabalho de estruturalmente de uma cadeia logística de remanufatura.

## 2.5 Importância do conhecimento ambiental interno das empresas

Vendo a série de mudanças econômicas, sociais, tecnológicas e organizacionais que o mundo está vivendo, adaptar as relações e as comunicações das empresas virou capital para atender às novas necessidades do mercado: segundo Stewart (1998), o conhecimento é hoje em dia muito mais importante do que matérias-primas ou dinheiro. Como a sustentabilidade tem se tornado um assunto forte de debate, sejam acadêmicos ou empresariais, os conceitos ambientais ficam cada vez um tema mais importante: a informação, o conhecimento e a educação ambiental constituem pilares do modelo de desenvolvimento sustentável. (ALBAGLI, 1995b). Segundo um estudo realizado por Bradley, Waliczek e Zajicek em 1999, os grupos com maior conhecimento ambiental tinham melhores atitudes ambientais: esta pesquisa justificou assim a importância dos programas de conscientização sustentável. Assim, fora dos meios das instituições educacionais, as empresas também devem assumir parte do papel de sensibilização: este trabalho tem idealmente um impacto na visão dos funcionários dos processos, mas também da gestão do cotidiano deles. Para que esse processo de conhecimento ambiental ocorra, precisa-se organizar políticas, processos, tecnologias, sistemas, estruturas, culturas e ferramentas gerenciais voltadas para a disseminação do conhecimento ambiental.

A sensibilização ambiental deve ser um processo de permanente aprendizagem (Figura 14), propiciando o aumento de conhecimentos, a mudança de valores e o aperfeiçoamento de habilidades. Assim, junto ao conhecimento, o comportamento das pessoas tende mudar através de atitudes e intenções com mais respeito para o meio ambiente.



Fonte: Burgees, Harrison e Filius (1998)

***Figura 14 - Modelo de comportamento pró-ambiental***

Modificar o comportamento e as atitudes das pessoas não é feito só com a transmissão de informações, mas muito mais pelas próprias experiências vividas. Assim, o ambiente empresarial é um meio perfeito para criar as experiências e os debates multi, inter e pluridisciplinares necessários ao verdadeiro comportamento pró-ambiental. Segundo Periotto

e Zaine (2000), muito mais do que especialistas ambientais, a área da educação ambiental exige:

- uma área de trabalho em equipes multi, inter e pluridisciplinares
- diálogo
- trocas de ideias
- troca de ações

## **2.6 O conceito dos 3 e 4 Rs**

O conceito dos 3 e 4 Rs é hoje em dia utilizado em muitas empresas. Ele determina princípios a serem sempre lembrados para tentar de minimizar o impacto do produto em si. Dependendo das empresas, elas utilizam os quatro ou somente os três primeiros conceitos seguintes:

1. *Redução de consumo de materiais, incluindo reuso*
2. *Reciclagem, incluindo compostagem*
3. *Redução do consumo de combustível e recuperação de energia*
4. *Disposição em aterro.*

A Verallia incorpora no dia a dia este conceito e busca disseminar a filosofia dos 3 Rs, que imprimem com precisão os benefícios do uso da embalagem de vidro, que é totalmente Reutilizável, Retornável e Reciclável. A empresa adaptou estes conceitos as suas necessidades próprias (VERALLIA, 2013).

O primeiro R, Reutilizável mostra que a embalagem pode ter usos variados pós-consumo do produto seja para guardar alimentos, bebidas ou pequenos objetos como botões, pregos, canetas. Este conceito lida a se focar na otimização do uso das matérias-primas, recursos naturais importantes para todos. O segundo R, Retornável, para as embalagens de vidro, é o potencial de novo envase, depois de lavados e esterilizados pelos próprios fabricantes do conteúdo. O último R, Reciclável é representado pelo reaproveitamento permanente da matéria-prima embutida no caco para fabricação do mesmo ou outro tipo de produto. 100% dos cacos de vidro são recicláveis, produzindo vidro novo de mesma qualidade e sem perda de volume: toda garrafa torna-se em garrafa nova, do mesmo tamanho e diâmetro que a anterior. O conceito de reciclagem é um dos maiores conceitos do setor de embalagem de vidro e faz parte dos argumentos de venda dos fornecedores, que vendem a imagem verde do vidro (ABIVIDRO, 2013).

O conceito de reciclagem é totalmente integrado ao funcionamento da fábrica, em diferentes níveis: nos processos mesmos e nos resíduos diários da administração. Nos processos, a maior matéria prima reciclada é naturalmente o caco de vidro, que é diretamente reinjetado no processo produtivo em caso de quebra ou ejeção das garrafas pelas máquinas de controle. Para isso, existe na fábrica inteira um sistema de bicas ligadas com o porão, onde grande caçambas permitem a coleta dos cacos. O forno utiliza mais de 20% de cacos como matérias primas, porém aqui pode ser anotado que várias fábricas de vidro de embalagens na Europa conseguem chegar até 70% de cacos de vidros. Estas variações dependem da experiência dos funcionários, da qualidade das matérias primas e simplesmente do estado das máquinas e do forno. Para incentivar os funcionários a reciclar, os lixos internos à fábrica são de cores variadas e homogêneas na fábrica inteira, com um código de cor dependendo da categoria do resíduo que os lixos podem conter.

A ABIVIDRO faz um trabalho de conscientização da sociedade por meio de programas de incentivo a reciclar, explicando o ciclo de reciclagem do vidro. Reciclar o vidro ou remanufaturá-lo permite de reduzir o consumo de energia ligado as embalagens de vidro (Figura 15).



**Figura 15 - Ciclo de reciclagem do vidro (ABIVIDRO, 2013)**

Assim, estes conceitos podem ser considerados como linhas de pensamentos para as empresas adequar as estratégias verdes delas.

## **2.7 Códigos e normas ligados a sustentabilidade**

Os governos e as organizações têm como papel de definir as metas e os princípios a serem seguidos pelas empresas para reduzir os impactos negativos das atividades humanas nas dimensões sociais, econômicas e ambientais. Por isso, nas últimas décadas, foram definidas um conjunto de códigos, normas, leis a serem respeitadas pelos países, pelas empresas,...

### **2.7.1 O Pacto Global**

O Pacto Global, ou *Global Compact*, foi definido no Fórum Econômico Mundial de 1998 e lançado oficialmente em 26/07/2000, sobre a responsabilidade do Secretário Geral das



Nações Unidas Kofi Annan. Ele é formado de um conjunto de dez princípios sobre os direitos no trabalho, os direitos humanos, a proteção ambiental e contra a corrupção. Embora o maior foco deste Pacto Global seja o mundo empresarial, o Pacto Global também incentiva a participação da sociedade civil, das organizações profissionais, dos governos, da ONU, das universidades e de qualquer outra organização. Hoje em dia, as empresas, os negócios e os investidores são elementos chaves da prosperidade e da paz no mundo. Porém, em muitos países, as empresas são confrontadas a dilemas grandes: exploração da população, trabalho infantil, corrupção, desigualdades, que são tantas barreiras para inovação e iniciativas empresariais. O Pacto Global ajuda na criação de um ambiente de confiança e no aprimoramento do “capital social”, que contribuem a viabilidade dos mercados e o desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2013).

A assinatura deste Pacto Global é feita de maneira voluntária pelas empresas. As empresas que aderem engajam-se a melhorar cada ano nos quatro temas do Pacto Global e devem entregar um relatório anual dos avanços realizados, chamado de COP (UNITED NATIONS, 2013).

O Pacto Global é composto de dez princípios que se baseiam nos textos chaves seguintes: a Declaração Universal dos Direitos Humanos, a Declaração da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Princípios e Direitos Fundamentais no Trabalho, Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e finalmente, a Convenção das Nações Unidas Contra a Corrupção (UNITED NATIONS, 2013). Os dez princípios do Pacto Global são os seguintes:

1. As empresas devem apoiar e respeitar a proteção dos direitos humanos internacionalmente proclamados. (Direitos humanos)
2. As empresas devem certificar-se de que não são cúmplices em abusos de direitos humanos. (Direitos humanos)
3. As empresas devem apoiar a liberdade de associação e o efetivo reconhecimento do direito à negociação coletiva. (Direitos do trabalho)
4. As empresas devem apoiar a eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório. (Direitos do trabalho)
5. As empresas devem apoiar a efetiva erradicação do trabalho infantil. (Direitos do trabalho)
6. As empresas devem apoiar a eliminação de discriminação relativa ao emprego e à ocupação.

7. As empresas devem apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais. (Proteção Ambiental)
8. As empresas devem desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental. (Proteção Ambiental)
9. As empresas devem incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis. (Proteção Ambiental)
10. As empresas devem combater a corrupção em todas as suas formas, inclusive extorsão e propina. (Corrupção)

Uma vez assinado o Pacto Global, as empresas são obrigadas a trabalhar na aplicação e na implantação dos dez Princípios. Mesmo assim, muitas vezes, grandes e pequenas empresas ficam com dúvidas sobre a melhor maneira de implantar esta mudança. O primeiro passo é de entender que o Pacto Global só pode ser considerado no longo prazo, como um compromisso contínuo (UNITED NATIONS, 2013).

Segundo a ONU, os principais fatores de sucesso na implantação dos princípios do Pacto Global são os seguintes: “

- considerar os princípios não só como um simples anexo, mas como parte integrante da estratégia de negócios e das operações;
- comprometimento claro por parte da liderança da empresa;
- divulgação do compromisso a todas as áreas dentro da organização, gerência e funcionários, de maneira a assegurar um apoio amplo aos princípios;
- manter um ambiente de negócios aberto e favorável a novas ideias e inovações;
- estabelecer metas mensuráveis e um sistema transparente de comunicação de progresso;
- entusiasmo e capacidade de aprender e de se adaptar;
- dedicação a ações práticas;
- honestidade da empresa ao tratar e dialogar com as partes interessadas - “*stakeholders*”-.”

Para orientar as empresas, o Escritório do Pacto Global escreveu o "Modelo de Gestão do Pacto Global da ONU", que por meio de um processo de compromisso formal, avaliação, definição, implementação, mensuração e comunicação da estratégia de sustentabilidade empresarial ajuda as empresas a se adequar aos princípios do Pacto Global. Este modelo simples, porém amplo e flexível, é “útil para orientar empresas de todos os portes através do

processo de mudança organizacional para abraçar a sustentabilidade empresarial. O modelo é particularmente proveitoso para aqueles que estão iniciando na área da sustentabilidade, também oferecendo orientação sobre práticas de liderança para empresas mais experientes” (UNITED NATIONS, 2013).

Para orquestrar as diferentes iniciativas das empresas e das organizações, todos os anos, o Pacto Global organiza reuniões e seminários ao redor do mundo, com ênfase em assuntos específicos relacionados à globalização e à sustentabilidade empresarial. Neste tipo de eventos aproximam-se as empresas das secretarias da ONU, organizações trabalhistas, organizações não governamentais e outros grupos, com foco na busca de soluções a problemas contemporâneos. Com esse processo de diálogo, são identificados temas novos e emergentes, bem como promovidos interação e confiança entre as diversas partes interessadas e defendida ideias junto aos responsáveis pela elaboração de políticas estratégicas” (UNITED NATIONS, 2013).

### **2.7.2 Dow Jones Sustainability Indexes**

Os *Dow Jones Sustainability Indexes* foram lançados em 1999, representando os primeiros indicadores mundiais de sustentabilidade para benchmarking. Os DJSI são oferecidos em cooperação pelos RobecoSAM Indices and S&P Dow Jones Indices. A família de indexes segue as performances das maiores empresas mundiais nas dimensões sociais, econômicas e ambientais. Estes indicadores são utilizados como benchmarks pelos investidores que querem incluir considerações sustentáveis nos portfólios deles; eles também fornecem para as empresas uma plataforma funcional para adotar Boas Práticas Sustentáveis. (ROBECOSAM, 2013)

A abordagem de classificação benchmarking é interessante porque no top só vão ficar as empresas que atendem mais critérios sustentáveis do que os concorrentes delas, sem nenhuma exclusão de tipo de empresa. As oportunidades e os riscos industriais ligados a sustentabilidade são altos e jogam um papel chave no sucesso longo prazo das empresas. O benchmarking permite de classificar as melhores empresas para critérios definidos e assim dá a oportunidade de conduzir o diálogo entre as indústrias e dessa maneira influenciar melhorias incrementais nas práticas sustentáveis das companhias. Isso incentiva também uma forte competição entre as empresas para ficar no benchmarking dos *Dow Jones Sustainability Indexes*: para ficar ou entrar no benchmarking, as empresas precisam fazer esforços contínuos e intensificados para ter novas iniciativas sustentáveis. A RobecoSAM acredita que esta

abordagem é benéfica para todas as partes integrantes: investidores, funcionários, clientes, sociedade e meio ambiente. (ROBECOSAM, 2013)

### **2.7.3 ISO14001 e OHSAS18001**

Ao final do século XX, a ampla aceitação de instrumentos de gestão como OHSAS18001 e ISO 14001 forneceu às organizações uma base consistente para o seu processo de gestão de SSO MA, ambiental ou integrada (SEIFFERT, 2008). A Verallia obteve as certificações destas normas. No dia a dia da fábrica, as tarefas e as atividades devem responder aos critérios destas normas, na forma de procedimentos e fluxogramas atendendo os requisitos.

#### **2.7.3.1 As normas ISO 14000**

Com os grandes acidentes ambientais do século XX, a preocupação ambiental é um fator que atrai as atenções das instituições do mundo inteiro, sobre as pressões dos Partidos Verdes e das Organizações Não Governamentais. As normas, as legislações e os regulamentos relativos ao meio ambiente ficam cada vez mais rígidos. Esta preocupação ambiental é na origem das diretrizes do Sistema de Gestão Ambiental, assumindo como princípio o fato que o “Poluidor paga”, a empresa tendo a responsabilidade do produto dela do “berço ao túmulo”, ou seja desde a matéria prima até a disposição final. (SEIFFERT, 2007)

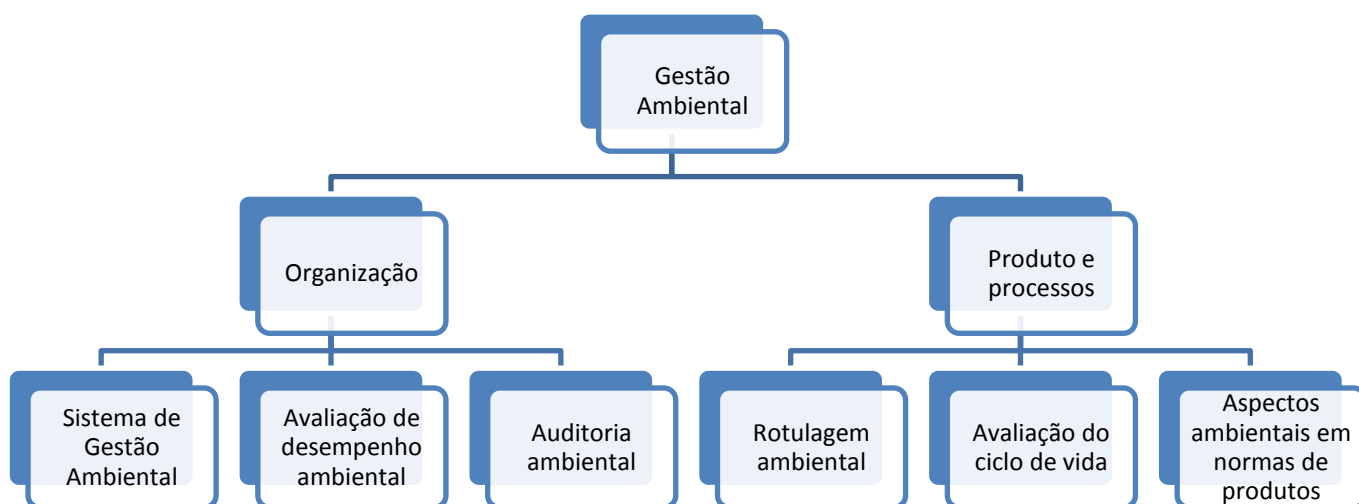
A filosofia da ISO 14001 foi adaptado do modelo gerencial da ISO 9001 sobre Gestão da Qualidade. Ela surgiu durante a Eco 92, fornecendo uma proposta concreta para a gestão ambiental e respondendo a ideia de que “as dinâmicas do mercado podem contribuir para aprimorar o processo de gestão ambiental, a partir da implantação de normas de natureza voluntária” (SEIFFERT, 2007). Estas normas formam “o resultado de um processo de discussões em torno de problemas ambientais e de como promover o desenvolvimento econômico frente à questão ambiental; por isso, procuram estimular o desenvolvimento de alternativas para a gestão ambiental, efetivas e abrangentes, sem, no entanto, estabelecer padrões de desempenho ambiental” (SEIFFERT, 2007). Essa abordagem permite de conciliar a multiplicidade de pontos de vista sobre o que uma boa gestão e desempenho ambiental (SEIFFERT, 2007).

Ela tem sua origem na BS7750, da mesma forma que a ISO 9001 foi criada com base na BS5750. A ISO 14001 tem como maior foco a conciliação da preocupação ambiental com as

necessidades socioeconômicas da população. O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) se baseia no conjunto de pilares seguintes:

- Prevenção no lugar da correção
- Planejamento de todas atividades, produtos e processos
- Estabelecimento de critérios
- Coordenação e integração entre as partes
- Monitoração contínua
- Melhoria contínua

Estes pilares permitem de atender os objetivos do SGA de trabalhar em cima dos “Impactos Ambientais Significativos”, maximizar os efeitos benéficos e minimizar os efeitos adversos e evoluir em função das mudanças circunstanciais (ISO, 2013). Para isso, as normas ISO 14000 são estruturadas em duas formas básicas com subconjuntos, organizados como descreve a Figura 16.



(TIBOR e FELDMAN, 1996)

**Figura 16 - Estrutura das normas ISO 14000**

O foco na organização junta o grupo de normas que buscam normalizar a implantação da gestão ambiental do ponto de vista da organização. O Sistema de Gestão Ambiental ISO14001 e ISO 14004 permite às empresas de obter uma certificação por terceiros

certificadores de um Sistema de Gestão Ambiental, na forma de requisitos obrigatórios. A Auditoria de SGA (com base na norma NBR ISO 19011) fixa os procedimentos e os requisitos gerais das auditorias e dos auditores de um SGA certificável, necessários para a obtenção da certificação. A Avaliação de Desempenho Ambiental (ISO 14031) apresenta as diretrizes para a realização da avaliação de desempenho ambiental dos processos nas organizações, englobando todo o ciclo de vida dos produtos e serviços da empresa, desde a entrada de matérias-primas até o descarte pós-uso, através do estabelecimento de indicadores ambientais e seu monitoramento. (SEIFFERT,2007)

O enfoque no produto e no processo tem como objetivo a normatização do produto e do processo produtivo. A Rotulagem Ambiental (ISO 14020, ISO 14021 e ISO 14024) determinam escopos para a concessão de selos ambientais, certificando linhas de produtos que devem apresentar características específicas e não processos. A Avaliação do Ciclo de Vida permite de sistematizar a avaliação dos impactos ambientais dos processos. Finalmente, os Aspectos Ambientais em Normas de Produtos (ISO/CD 14060) visa orientar os elaboradores de normas de produtos, buscando a especificar critérios de redução dos efeitos ambientais advindos dos componentes (SEIFFERT, 2007).

Assim, é necessário considerar as normas ISO 14000 como instrumentos de excelência de gestão ambiental, especialmente vendo a disseminação de sua implantação nas organizações em todos os países do mundo.

### **2.7.3.2 As normas OHSAS 18000**

A Revolução Industrial mudou totalmente o padrão de trabalho dos seres humanos, implantando o trabalho especializado e repetitivo. Com esta nova forma de trabalho, começaram a aparecer uma série de problemas para a saúde do trabalhador, como distúrbios ergonômicos, psicológicos, mutilações ou mesmo morte, tendo impacto também para o empregador pelos prejuízos ligados e as perdas econômicas ao processo. Assim, os governos começaram a se envolver nos processos fabris para tentar melhorar esta situação (SEIFFERT, 2007). No início do século XIX, os primeiros médicos em fábricas atuaram para criação das primeiras leis relacionadas à questão de saúde dos trabalhadores, ponto de início da medicina trabalhista. Em 1919, foi criada a Organização Internacional do Trabalho, que reconheceu desde o início a existência de doenças profissionais, e assim foi o ponto de partida para o desenvolvimento dos primórdios dos conceitos de Higiene Industrial e de Ergonomia, no âmbito da Engenharia de Segurança Ocupacional. Em 1950, a Saúde Ocupacional foi definida

por um comitê misto da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), como “ a ciência que visa à promoção e manutenção do mais alto grau de bem-estar físico, social e mental dos trabalhadores em todas as formas de trabalho desenvolvidas” (SEIFFERT, 2007).

No Brasil, o direito do ser humano a um ambiente de trabalho saudável e à qualidade ambiental é estabelecido pela Constituição Brasileira desde o 5 de Outubro de 1988, no seu artigo 7º : “São direitos dos trabalhadores urbanos e rurais além de outros que visem à melhoria de sua condição social [...] redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança.”, e no artigo 225 “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (SEIFFERT, 2007).

Em 1996, a norma OHSAS 18001 (*Occupational Health and Safety Assessment Series* – Série de Avaliação de Saúde e Segurança Ocupacional) foi proposta por um grupo de organismos certificadores (BSI, BVQI, DNV, Lloyds Register, SGS,...) e de entidades nacionais de normalização da Irlanda, Austrália, África do Sul, Espanha e Malásia, com base numa reunião que aconteceu na Inglaterra. A norma OHSAS 18001 é considerada como a primeira norma para certificação de sistemas de gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (SSO) de alcance global, e começou a ser aplicada oficialmente em 15/4/1999 (SEIFFERT, 2007).

Como a ISO 14001, o objetivo da OHSAS18001 não é de estabelecer requisitos absolutos de desempenho de SSO, mas de fornecer apenas o contexto geral para a melhoria contínua no processo de gestão, aplicando-se a organização de qualquer tamanho, complexidade ou ramo de atividade. Na verdade, o desempenho de um Sistema de Gestão de SSO é regulamentado pelas leis trabalhistas do país em que a organização está atuando, as quais fornecem o contexto geral para a gestão dos riscos de SSO. Assim, como a ISO 14001, a OHSAS 18001 apresenta uma forte flexibilidade e assim uma forte aceitação como referencial mundial para gestão de SSO. As organizações podem optar com base em considerações estratégicas próprias pela maneira de implantar o sistema de gestão (SEIFFERT, 2007)

A OHSAS 18001 propõe um processo de gestão de SSO que “visa a reduzir ou eliminar completamente os riscos aos funcionários e outras partes interessadas, pertencentes à organização ou que operem em seu “site”, que possam estar expostos a determinados riscos

no dia-a-dia de realização de suas atividades” (SEIFFERT, 2007). Assim, segundo Seiffert, os benefícios potenciais advindos da implantação de um SGSSO compreendem:

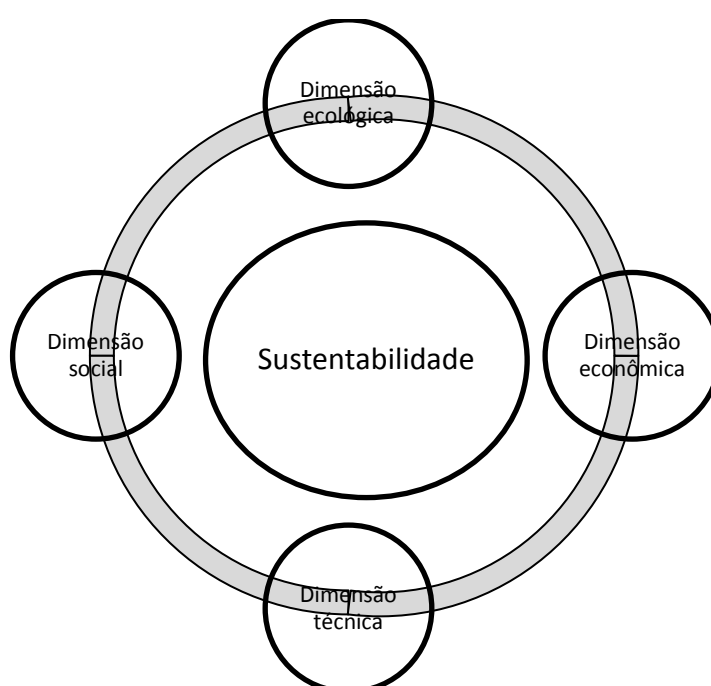
- Assegurar aos clientes o comprometimento com a gestão de SSO
- Manter boas relações com trabalhadores e sindicato
- Fortalecer a imagem da empresa junto aos seus clientes diretos ou indiretos
- Melhoria da imagem pública da empresa
- Reduzir acidentes que impliquem em responsabilidade civil (incapacitação ou morte)
- Maior motivação dos funcionários
- Maior produtividade relacionada a baixa taxa de absenteísmo
- Maior facilidade de acesso a financiamentos
- Possibilidade de obtenção de seguros patrimoniais a custos mais reduzidos
- Incorporação de forma sistematizada à cultura da organização do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), regulamentados pelo Ministério do Trabalho
- Melhorar as relações entre a organização e os órgãos públicos de fiscalização trabalhista
- Implantar um processo sistematizado de análise de riscos e avaliação de perigos relacionados a incidentes e acidentes de saúde e segurança ocupacional e ambientais
- Permitir compartilhar experiências sobre prevenção de risco trabalhista sobre uma base normativa comum.

## **2.8 A Manutenção como quarta dimensão da Sustentabilidade da Manufatura**

A Produção Mais Limpa incentiva a analisar os desperdícios internos aos processos produtivos. Fora das modificações dos processos, dos fluxos ou dos equipamentos que podem ser sugeridos durante uma abordagem P+L, a análise dos processos pode levantar um problema interno fora das expectativas ligadas a o que já existe. De fato, um processo projeto de maneira sustentável, porém com uma manutenção deficiente fica logo fora das metas de sustentabilidade esperadas. A manutenção dos equipamentos aparece assim como uma questão-chave da Sustentabilidade e do potencial de estabelecer melhorias nos processos. Sem boas condições de produção, não podem ser efetuadas as melhorias requeridas por falta de tempo para análise e para lançamento de novos projetos, o dia a dia da fábrica pesando demais nos funcionários.



Existe um programa mundial entre várias universidades de pesquisa sobre assunto, chamado de M4SM (*Maintenance for Sustainable Manufacturing*), Manutenção para Manufatura Sustentável. Dependendo dos autores, a Manutenção e os aspectos mais técnicos da Manufatura são apoios para as dimensões da sustentabilidade, mas para alguns outros, a dimensão técnica deve ser considerada como o quarto pilar da sustentabilidade (ARENA et al., 2009; DUQUE et al., 2009; MEIER et al., 2010).

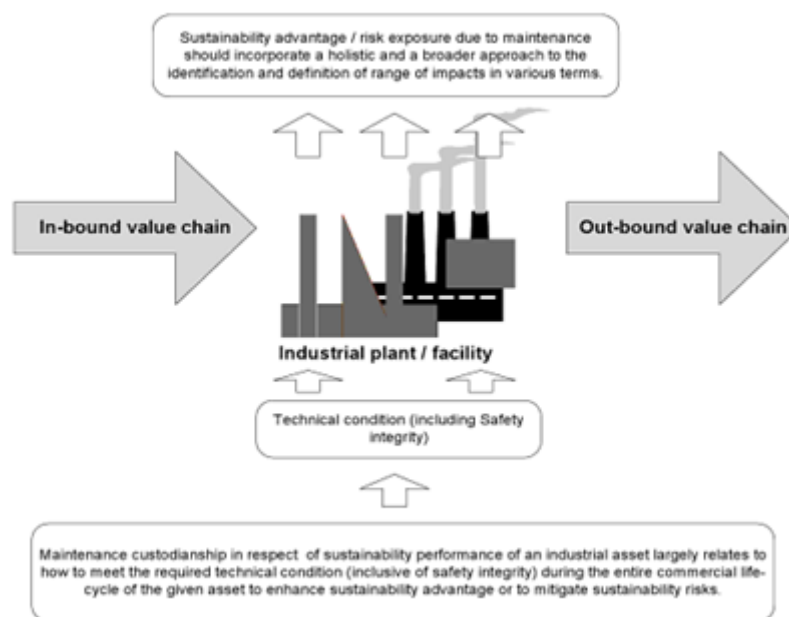


**Figura 17 - As quatro dimensões da Sustentabilidade**

A manutenção é crucial para ter um produto durável, seguro e eficiente, seja manutenção dos processos industriais mesmos ou do produto em si. Especialmente, a manutenção dos equipamentos industriais permite de manter a qualidade dos produtos e dos processos e a segurança dos funcionários e dos outros equipamentos. Assim, Takata utilizou a abordagem da LCA para desenvolver uma metodologia própria a manutenção, que ele chamou de “*Life Cycle-Maintenance*” (TAKATA et al., 2004).

O valor dos equipamentos industriais internos as fábricas é muito alto, e precisa ser gerenciado com uma metodologia cuidadosa e sustentável. A manutenção pode representar uma vantagem sustentável ou caso seja defeituosa, uma exposição à riscos: a identificação e a classificação do alcance destes riscos é importante para entender o impacto que pode

apresentar uma falta de manutenção de dados equipamentos. Assim, segundo Takata, a manutenção, que faz parte integrante do pilar técnico, é parte do processo que se foca na continuidade do estado dos equipamentos para sempre ter as condições técnicas requeridas pelos processos. Os impactos dos processos concebidos durante o projeto de desenvolvimento são totalmente alterados se os equipamentos não estão nas condições definidas para o bom funcionamento do processo (BEN-DAYA et al., 2009). Este foco na manutenção faz parte dos assuntos que devem ser analisados em detalhes na hora de avaliar as possíveis melhorias que podem ser feitas nos processos industriais internos as fábricas. Ir no chão da fábrica para ver o estado das coisas é necessário para ter uma análise exaustiva.



Fonte: BEN-DAYA et al, 2009

### ***Figura 18 - Papel da Manutenção nas fábricas***

Basicamente, existem dois pontos específicos ligados à manutenção que devem ser considerados no contexto de desempenho sustentável:

- Qual é a natureza e o grau de impacto no desempenho sustentável que a manutenção de um dado equipamento vai ter durante o ciclo de vida inteiro dele.
- Qual é a natureza das consequências não desejadas que podem acontecer se o estado técnico requerido não é mantido por um trabalho de manutenção adequado e efetivo, e também, as vantagens que podem ser obtidos por um trabalho de manutenção contínuo e eficiente. (BEN-DAYA et al.)

A manutenção dos equipamentos críticos para os processos está naturalmente ligada a um conjunto de problemas que podem acontecer no caso do enfraquecimento dela:

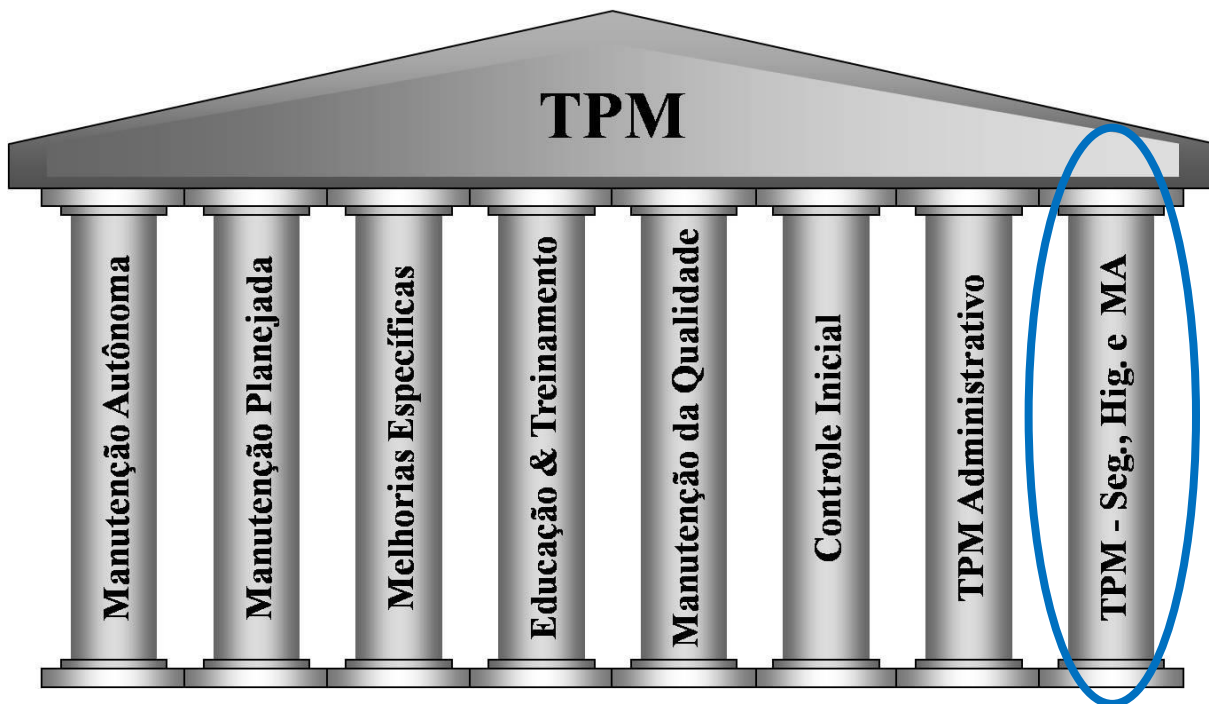
- Anomalias na produção, sejam queda de qualidade ou redução da capacidade de produção desejada
- Orçamentos operacionais ultrapassados por causa de paradas não programadas, consumo excessivo de peças de reposição, tempo ocioso. (BEN-DAYA et al., 2009)

Esta quarta dimensão tem impactos diretos em todas as outras dimensões da Sustentabilidade, a serem considerados em termos de ganhos e perdas (BEN-DAYA et al., 2009). Na dimensão econômica, pode se perguntar qual é o impacto econômico de um funcionamento excelente do parque de equipamentos da empresa gerado por um bom sistema de gestão da manutenção. Da mesma maneira, qual seria o impacto negativo de um conjunto de máquinas sem as condições de base de funcionamento? Na dimensão social, os problemas de segurança ligados a equipamentos deficientes e os problemas de cansaço por causa de uma rotina diária muito pesada são os maiores impactos da dimensão técnica. Por fim, a dimensão ecológica é muito influenciada pelo estado das máquinas, elas tendo um consumo ideal a atingir para ficar alinhado com a estratégia da empresa. Assim, os aspectos técnicos básicos estão totalmente ligados aos conceitos de sustentabilidade.

## **2.9 A Total Productive Maintenance como apoio da Sustentabilidade**

A Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*, TPM) é uma estratégia de gestão dos equipamentos com objetivo de alcançar a máxima eficiência através do envolvimento dos seus operadores e mantenedores. A TPM teve sua origem a partir da Manutenção Preventiva desenvolvida nos anos 1950 nos Estados Unidos, complementando a Manutenção Corretiva. Porém foram os japoneses que desenvolveram um completo sistema de gestão empresarial nos meados dos anos 1970 (TAKAHASHI, 1996).

A TPM é baseada num conceito de oito pilares, envolvendo toda a empresa em busca de suas metas, tais como defeito zero, falhas zeros, aumento da disponibilidade dos equipamentos, produtividade e lucratividade. Um aspecto importante da implantação deste programa é o comprometimento de todos os funcionários: operadores, mantenedores, engenharia e chefias (SOUZA, 2007). A Figura 19 mostra a estrutura destes oito pilares.



*Figura 19 - Pilares do TPM*

O objetivo do último Pilar, Meio Ambiente, Higiene e Segurança, está totalmente ligado a este presente trabalho. O foco dele é de implementar os princípios de gestão ambiental na fábrica, controlando os aspectos ambientais, minimizando os impactos e promovendo melhorias no Meio Ambiente, eliminando desperdícios. Buscando a agregar conhecimentos através do elo perfeito entre o homem, a máquina e a produção, este pilar também tem como objetivo obter ganhos de Produtividade com acidente Zero. Equipamentos confiáveis, prevenindo erro humano e processos e equipamentos que não agredam ao meio ambiente são pontos que este pilar incentiva como prioridade para a busca de zero acidentes com danos pessoais, materiais e ambientais (SOUZA, 2007).

O conceito do TPM qualquer seja o Pilar é baseado na capacitação do homem, dando para ele a habilidade de monitorar o equipamento e realizar pequenas intervenções num primeiro passo, mas também dando para ele a faculdade de analisar as causas das falhas e garantir a qualidade dos equipamentos. A ideia é que qualquer falha visível é o resultado de um conjunto de falhas invisíveis, formando um iceberg de causas raízes. Estas falhas invisíveis não podem ser identificadas sem um processo de busca estruturada, com emissão de hipóteses a serem verificadas: difícil acesso, cobertura de sujeira e detritos, falta de interesse ou de capacitação são tantas barreiras para identificação (SOUZA, 2007).



***Figura 20 - Iceberg das falhas***

Os dois Pilares Manutenção Autônoma e espontânea e Planejamento de Manutenção são também ferramentas poderosas de apoio para Sustentabilidade : eles ajudam a eliminar as grandes perdas e elevar a eficácia geral dos equipamentos através das atividades de pequenos grupos. A Produção torna-se mantenedores no primeiro nível por meio das atividades seguintes: operações corretas, limpeza, lubrificação, aperto, inspeção diária, análise da operação e dos registros de manutenção. O Planejamento da Manutenção permite de antecipar os problemas com sistemas de controle, controle de lubrificação, de peças sobressalentes, custos, melhor conhecimento técnico dos equipamentos, ... (SOUZA, 2007) Estes dois Pilares fazem parte do programa de implantação da TPM parte das responsabilidades do estágio. É um trabalho muito interessante, é um desafio para Produção e Manutenção de conseguir trabalhar juntos sem conflitos.

Depois desta revisão bibliográfica dos Sistemas de Gestão Ambiental existentes e interessantes no caso do presente trabalho, vou desenvolver as soluções e os resultados obtidos para melhorar a sustentabilidade da Área Fria da minha fábrica.



### **3. APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA MELHORAR O DESEMPENHO SUSTENTÁVEL DA ÁREA FRIA**

A estratégia ambiental escolhida para estruturar o pensamento deste trabalho é a abordagem de Produção Mais Limpa. Antes de foca-se só na Área Fria e desenvolver soluções ligadas a esta abordagem, vão ser levantadas aqui algumas estratégias da empresa que são alinhadas com esta abordagem, para analisar uma aplicação geral da metodologia, mesmo se para vários pontos eu não sou o agente motor da implantação.

#### ***3.1 Posição da fábrica sobre a Sustentabilidade***

##### **3.1.1 Comprometimento da alta gerência e do resto dos funcionários**

Existe um forte comprometimento da gerência nos assuntos da Sustentabilidade, e isso em várias dimensões. O modelo industrial é baseado em vários Pilares, ou diretrizes, que têm como papel no dia a dia das fábricas de propor soluções aos problemas levantados que sejam alinhadas com as decisões do pólo. Um deste Pilar é o Meio Ambiente, que deve ser uma das dimensões de qualquer decisão dentro da fábrica. Para a análise dos resultados de consumo, o Pilar Meio Ambiente, composto de uma equipe interna a fábrica de vários membros da alta e média gerência, é responsável de coletar os dados, analisar eles e tomar ações corretivas e preventivas para reduzir o impacto ambiental da fábrica.

Como foi levantado na revisão da literatura sobre sustentabilidade ambiental, o comprometimento das pessoas é um dos aspectos chaves para mudança efetivas. O foco é de convencer as pessoas da importância destes assuntos, que seja na fábrica ou fora: o entendimento dos funcionários sobre reciclagem, redução dos desperdícios, atitudes verdes vai além do ambiente da fábrica. A mudança de pensamento permite de trazer ideias novas até a casa, tendo um impacto de sensibilização ainda superior. Para isso, são feitos encontros semanais entre as equipes operacionais para conversar de pontos ligados a sustentabilidade, levantar as dúvidas e simplesmente compartilhar boas práticas. Ademais, são realizadas palestras de sensibilização, com uma frequência de uma vez por mês em média, onde pessoas externas a fábrica venham fazer intervenções. Assim, esse trabalho de sensibilização dos funcionários é um foco diário da gerência. Os funcionários são incentivados a desenvolver ideias para reduzir os consumos de produtos nos processos produtivos. Para isso, existe um programa de Boas Práticas que permite aos funcionários de sugerir ideias novas, que são

primeiro avaliadas pelos próprios gestores e depois por um comitê de avaliação da fábrica. O importante deste programa é a comunicação que existe entre as diferentes fábricas do grupo para compartilhar as Boas Práticas e assim melhorar todos os processos produtivos ao mesmo tempo. Os funcionários são também muito incentivados a participar por um sistema de premiação das melhores ideias do mês, por região e comparando as fábricas do mundo inteiro. Estas Boas Ideias podem ser básicas do tipo mudança de baldes ou outras ferramentas dos produtos químicos para reduzir os desperdícios, ou mais complexas envolvendo alto custos e mudanças drásticas nos processos.

### **3.1.2 Indicadores de Sustentabilidade**

Naturalmente, a fábrica tem um conjunto de KPIs (*Key Performance Indicator*) que são seguidos diariamente e passados para a gerência do grupo mensalmente. Fora dos indicadores de produtividade e qualidade, há vários indicadores ligados a sustentabilidade, sejam do lado ambiental, econômico ou social. Para o lado social da sustentabilidade, são consideradas horas de treinamentos, participações nas palestras, turn-over dos funcionários, ausências, horas extras,... O indicador de sustentabilidade ambiental é ligado ao consumo interno da fábrica e aos impactos no meio ambiente. São medidos os consumos de vários produtos químicos, do gás, do ar comprimido, da água e da eletricidade: esses pontos são requeridos pela alta gerência do grupo. Porém, olhando melhor os resultados, podemos ver que alguns destes dados são parciais: de fato, na fábrica, faltam medidores em vários pontos dos processos produtivos. A falta de coleta de dados impede o seguimento real de alguns consumos e a identificação dos pontos a melhorar. Todos os KPIs têm metas fixadas pelo polo e pela administração regional.

### **3.1.3 Barreiras para melhorias sustentáveis**

Várias barreiras podem ser identificadas na implantação de melhorias do desempenho sustentável:

- falta de recursos necessários à coleta de dados: de fato, faltam alguns medidores para identificar os desvios de consumo em vários pontos da fábrica.

- resistência a mudanças: naturalmente, as modificações implicadas nos processos são aceitas com dúvidas no início, por isso é importante ensinar às pessoas as razões e os objetivos das mudanças.

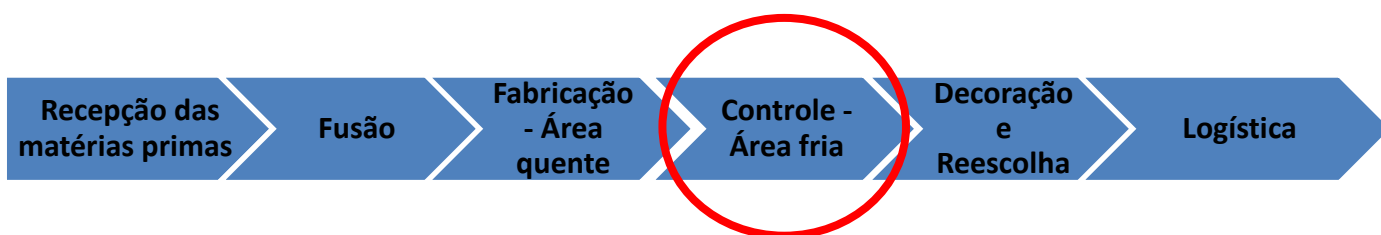
- limitação das próprias condições de manutenção ( ponto crítico na Área Fria).



Este terceiro ponto vai ser o foco de umas das ações implantadas durante este trabalho de melhora do desempenho sustentável da área.

### **3.2 Diagnóstico da área: análise dos processos da Área Fria**

O processo produtivo foi explicado no início do presente trabalho na parte 1.3, a Figura 21 posiciona a área dentro do processo produtivo.



***Figura 21 - Posição da área foco dentro do processo produtivo***

A Área Fria tem como objetivo o tratamento a frio dos artigos, o controle da qualidade dos artigos produzidos e finalmente a paletização e o embalagem dos artigos para entrega ao cliente.

A Fusão e a Área Quente são logicamente áreas de altos consumos de gás, água e eletricidade por causa da energia necessária para obter o vidro fundido e manter ele bastante quente para formar a garrafa ou o pote. Elas são assim áreas focos da empresa em termos de sustentabilidade, e muitas ações de redução de consumo são tomadas ou planejadas. Porém, eu escolhi de analisar em detalhe a Área Fria, área de controle das garrafas, que fica no fim do processo produtivo, sendo que a decoração e a reescolha são etapas facultativas. De fato, esta área concentra pontos interessantes do processo, ligados a um conjunto de máquinas de inspeção num estado deteriorado:

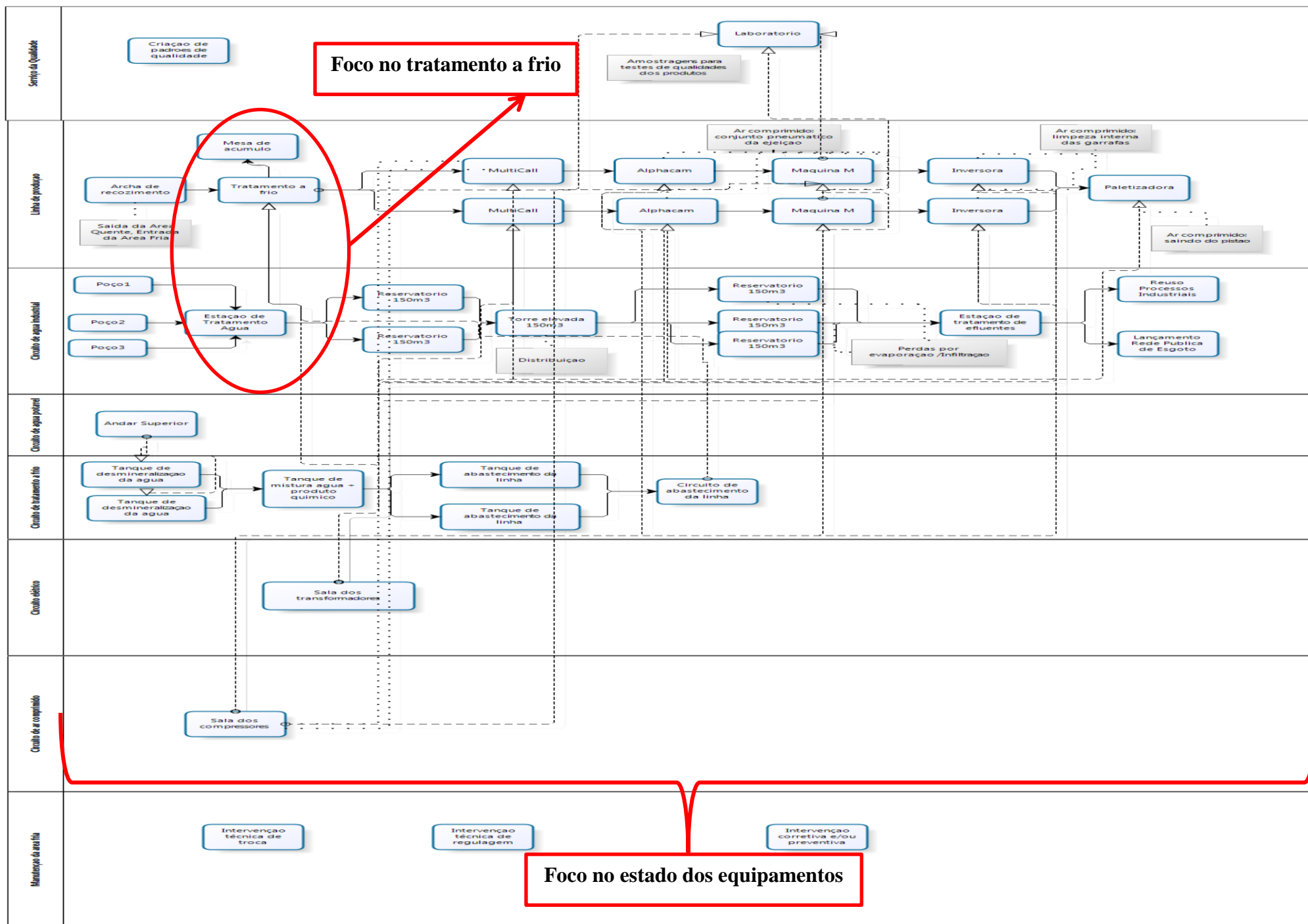
- as paradas impedem muitas vezes a boa fluidez das linhas, causando bloqueios ou ejeção sistemática de garrafas → impacto ambiental e econômico
- os equipamentos danificados causam vazamentos, necessidades anormais de lubrificações ou desperdícios de produtos → impacto ambiental
- inspeções mal feitas provocam ocorrências nos clientes e assim a necessidade de uma localização até as fábricas deles para ir buscar de volta os produtos e reescolher eles → impacto social, ambiental e econômico

- o mal funcionamento de algumas destas máquinas impede os funcionários de ter o tempo de buscar melhorias dos processos → impacto social

Um outro ponto importante da área é a não otimização da utilização do tratamento a frio, criando assim um desperdício do produto químico de tratamento e de artigos mal tratados.

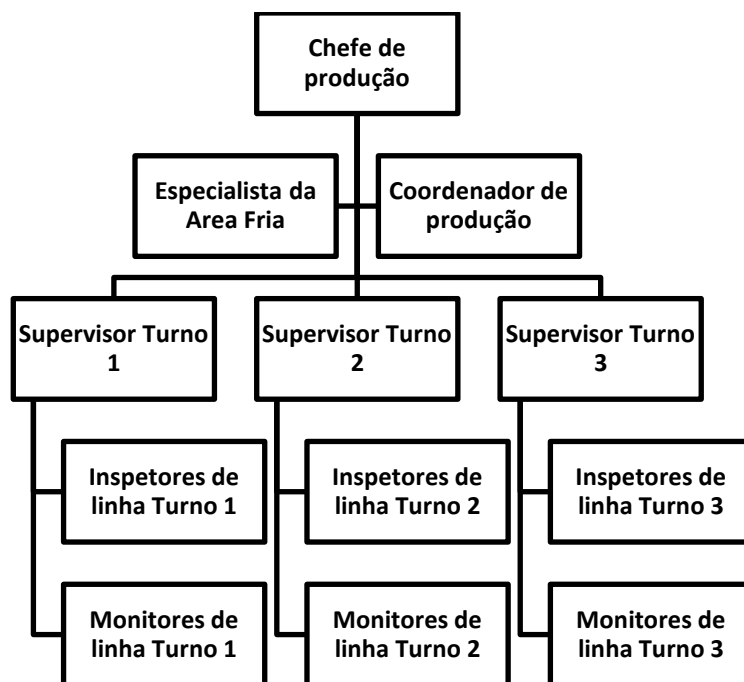
Assim, o problema levantado aqui é a análise do custo ambiental, social e econômico de algumas lacunas de manutenção dos equipamentos, visíveis na área fria. O presente trabalho pretende oferecer para esta área algumas soluções metodológicas para melhorar o desempenho dela.

Um dos primeiros passos do trabalho foi o mapeamento detalhado dos fluxos internos desta área para o melhor entendimento dos envolvidos, visível na Figura 22. A qualidade aparece como o cliente desta área, o foco sendo de atingir os requerimentos dela para obter a autorização de mandar as garrafas para o cliente. Os envolvidos na área ficam assim a manutenção do setor, chamado de Manutenção Área Fria (MAF), a equipe de produção e a qualidade.



**Figura 22 - Fluxograma dos processos da Área Fria**

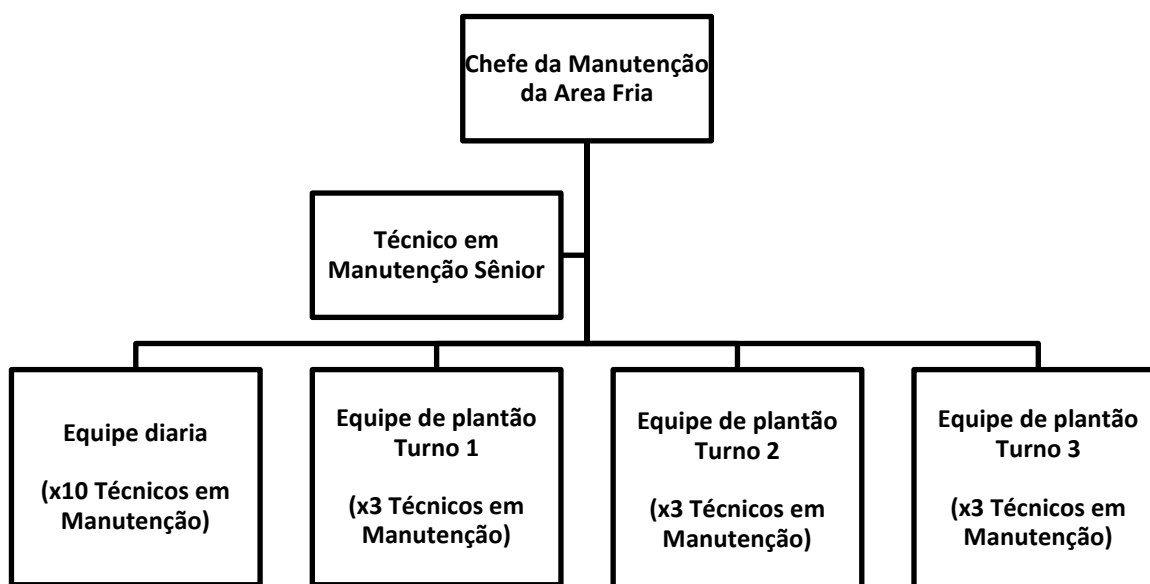
A equipe de produção é encarregada pelo controle do andamento das linhas de produção. Ela tem uma organização composta de três turnos responsáveis das linhas, seguindo o padrão de organização detalhado na Figura 23.



**Figura 23 - Organização da equipe de produção na Área Fria**

Ela tem um papel de manutenção autônoma das linhas, fazendo um trabalho cotidiano de limpeza e lubrificação, inspecionando as máquinas; ela também controla os dados das máquinas, coletando as informações de ejeções dos artigos com defeito para análise posterior. Alguns membros da equipe, intitulados de inspetores, fazem também amostragens nas linhas para verificar se as máquinas de inspeção estão rejeitando de verdade os defeitos requeridos, caso contrário, o inspetor bloqueia os palhetes suspeitos de mal qualidade, avisando ao mesmo tempo a qualidade e o MAF. Assim, os dados levantados pela produção são dados-chaves para entender os problemas da área.

O MAF é responsável pelo estado e bom funcionamento das máquinas de inspeção e pela rejeição dos defeitos padrões. O MAF é composto por uma equipe diária de cerca de dez pessoas e três funcionários de plantão para cada turno: essa equipe deve realizar as trocas de máquinas em adequação com os artigos produzidos e as manutenções corretivas e preventivas da área.



***Figura 24 -Organização da equipe de Manutenção da Área Fria***

Esta equipe de manutenção, visível na Figura 24 conheceu um recente forte turn-over e a chegada de cerca de 5 novas pessoas durante os últimos meses. A equipe diária é assim composta de uma mistura entre funcionários antigos e novos para o melhor treinamento dos recentes chegados.

A equipe de Controle da Qualidade da Área Fria é composta por 4 pessoas encarregadas da qualidade dos artigos saindo da fábrica, das visitas preventivas com os clientes e das visitas em caso de ocorrência nos clientes com os artigos já entregados. Na Área Fria, dois deles fazem amostragens complementários de controle do trabalho da produção: este trabalho de amostragem é feito nas linhas mesmas ou nos palhetes de produtos acabados. Caso haja algum defeito fora das limites de tolerância, o palhete é bloqueado pela Qualidade e há um rastreamento dos outros palhetes produzidos na mesma linha para analisar qual foi a quantidade de produção impactado com este defeito.

O presente trabalho vai se focar em vários pontos de perda da linha:

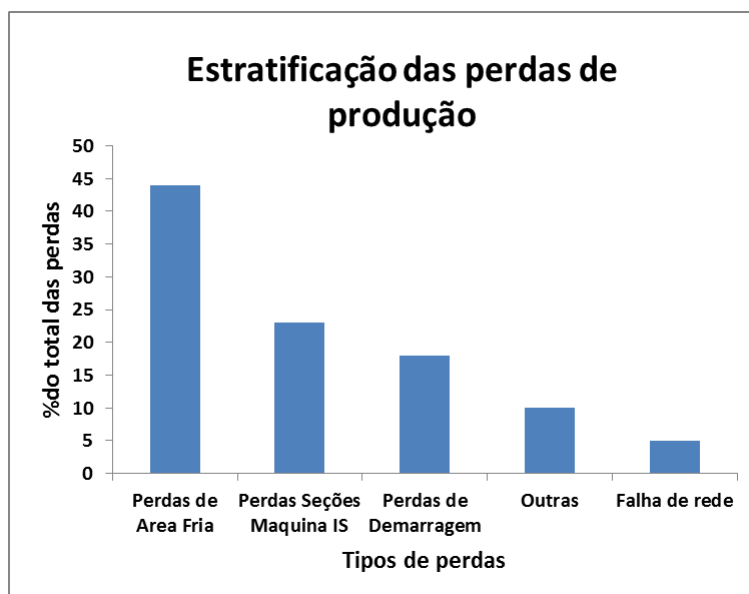
- as perdas ligadas as paradas dos equipamentos provocando a necessidade de mandar a produção para bica, uma evacuação dos artigos para voltar no forno como cacos
- as perdas devidas aos problemas de transporte nas linhas ao origem de artigos caídos
- as perdas ligadas aos desvios de tratamento a frio.

Para cada um destes pontos serão analisadas as oportunidades de melhorias para o desempenho sustentável da área. Estas três opções e dimensões diferentes dos processos vão ser analisadas separadamente como projetos diferentes, com perdas, ganhos, grupos, monitoramentos distintos.

### **3.3 Redução das perdas ligadas as paradas dos equipamentos**

#### **3.3.1 Identificação da perda de produtos mais significativa**

Os dados utilizados para levantar o problema foco deste trabalho foram dados coletados pela produção mesma e estratificados para análise. Este trabalho foi feito em várias etapas, desdobrando cada vez mais as perdas. Para todos os artigos, foram estratificadas as perdas impactando no rendimento da fábrica. Para esta análise, foi utilizada como base de cálculo as toneladas perdidas, ou seja como é aconselhado nas várias estratégias de sustentabilidade, o controle do peso de matéria perdida (SCHALTEGGER, 2008). Mesmo se o vidro é 100% reciclável, fundir ele de novo por causa de não-qualidade tem um custo energético que pode ser prevenido. Para obter estes dados, é utilizado o módulo de seguimento da Produção do ERP SAP. Assim, foi levantado que as perdas da Área Fria eram as perdas que tinham mais impactos no desempenho da fábrica.

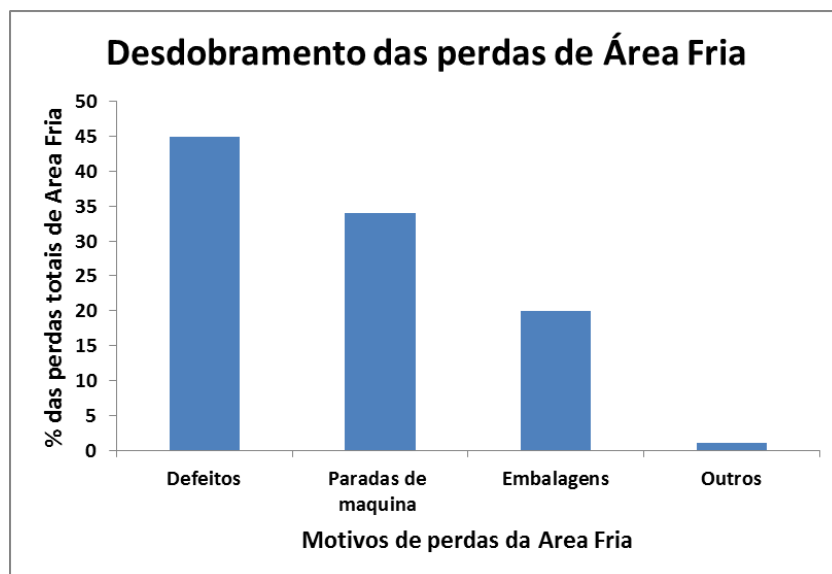


**Figura 25 - Estratificação das perdas de produção**

Assim, com este gráfico de Pareto da Figura 25 de estratificação das perdas da fábrica, foram identificadas as perdas de Área Fria como maiores ocorrências.

### 3.3.2 Desdobramento das perdas de artigo na Área Fria

Esta etapa foi um passo de detalhamento da análise, com a estratificação das perdas de Área fria dependendo do motivo. Para isso, foram confrontados vários tipos de dados: os dados de palhetes bloqueados pela Produção e pela Qualidade, os percentagens de rejeições das máquinas levantados pela Produção e os dados internos ao módulo de produção do SAP de rejeições das máquinas da Área Fria.



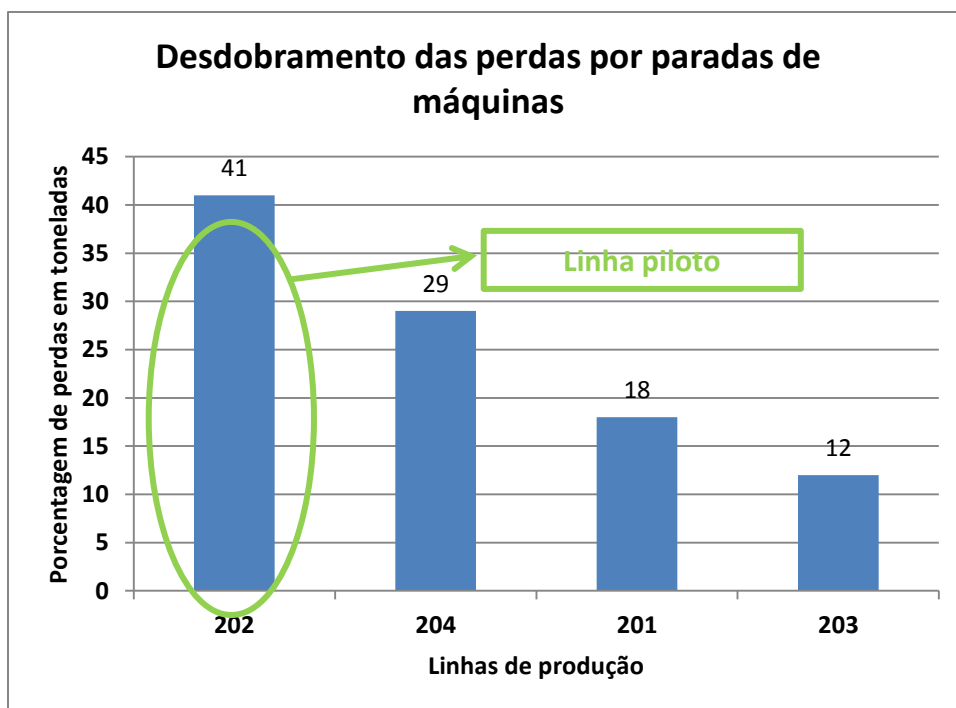
**Figura 26 - Desdobramento das perdas de Área Fria**

O maior motivo de toneladas de perdas de Área Fria visível na Figura 26 é sem surpresa as perdas por defeitos dos artigos, já que é a área responsável da detecção dos defeitos e da ejeção dos artigos fora dos padrões. Porém, as perdas por paradas de máquinas estão quase ao mesmo nível e isso mostra um desvio do processo. As paradas de máquina na Área Fria são ao origem de paradas de linhas inteiras e caso as paradas sejam superiores a um dado tempo, os artigos são mandados para a bica (viram matérias-primas de novo) ou bloqueados para inspeção posterior. Assim, decidiu-se focar neste problema de paradas das máquinas para tentar oferecer uma solução viável para a fábrica.

### 3.3.3 Identificação da linha piloto para o trabalho de redução de paradas

Para efetuar este trabalho de redução de perdas por paradas, a ideia é de escolher uma linha piloto e posteriormente expandir as ações implantadas para as outras linhas. Para identificar a linha piloto, foram levantados os dados das perdas por paradas mecânicas em cada uma das linhas de produção: o indicador chave é o peso, ou seja as toneladas perdidas. Cada tonelada perdida por paradas representa energia, produtos, esforços desperdiçados. O

custo energético de cada tonelada é um dado seguido e utilizado para os cálculos de ganhos e perdas mensais da fábrica: este custo vai ser utilizado para ver o impacto econômico deste projeto de linha piloto. Para ter uma amostragem representativa de dados, o desdobramento das linhas foi feito com os dados dos seis últimos meses, tendo assim acesso a várias campanhas de produção de artigos nas linhas.



**Figura 27 - Desdobramento das perdas por paradas de máquinas**

A linha 202 fica assim no top do Pareto (Figura 27) e foi escolhida como linha piloto de redução de perdas por paradas de máquinas. Esta linha é a linha mais flexível da fábrica ou seja, a linha que tem mais trocas. Por isso, o impacto da manutenção dos equipamentos é grande e é uma questão chave da gestão dela.

### 3.3.4 Determinação do indicador a seguir e da meta a atingir

A linha 202 fica assim como linha piloto. A estratificação das perdas por acúmulo por linha foi feita baseada nas perdas em toneladas, porém esta perda em tonelada não é um indicador certo para implantar um projeto na linha, já que dependendo dos meses a extração das linhas variam, e assim, as toneladas de perdas. Por isso, foi escolhido como indicador o porcentagem de perdas por acúmulo em função das toneladas de vidro fundido passando pela linha 202.

Assim, o indicador calcula-se da maneira da Figura 28.



*%perdas  $L_{202,AF}$  por acúmulo*

$$= \frac{\text{Toneladas bloqueadas por AVM/SEM} + \text{Toneladas jogadas para bica por acúmulo}}{TVF_{L202}}$$

**Figura 28 - Cálculo do indicador do projeto de redução de paradas na L202, AF**

As toneladas bloqueadas por avaria mecânica (AVM) ou sem reescolha (SEM) são coletadas de maneira diária pela produção, com as informações necessárias ao rastreamento do palhete: data, linha, motivo, artigo, tonelada, turno... Estas informações alimentam uma planilha que serve de base para as análises dos gestores da fábrica e para definir os planos de ação a produção, da qualidade e da manutenção.

As toneladas jogadas para bica por acúmulo entram diretamente no circuito de alimentação do forno em cacos e são registradas com um código específico no SAP.

Com base na média dos seis últimos meses, é seguida mensalmente a evolução das perdas por acúmulo para ver o impacto do projeto. O objetivo do projeto é de reduzir de 40% as paradas das máquinas da AF na linha 202, com uma base mensal nos seis meses precedentes o projeto de 7,50%. Assim, a meta a atingir fica de 4,50%, o que representa já um desafio ambicioso de redução para as equipes de produção e manutenção. Esta meta foi definida comparando os resultados atuais da linha 202 em função das outras linhas, cujas médias ficam entre 3 e 5% de paradas em função dos meses e das ocorrências.

|                          | Média de perdas por acúmulo 6 últimos meses (Out12-Mar13) | Meta a atingir |
|--------------------------|---|----------------|
| %perdas L202 por acúmulo | 7,50%   | 4,50%          |

**Figura 29 - Definição dos objetivos de redução de perdas por paradas de máquina**

A meta é definida para ser atingida gradualmente, ou seja somente no quarto mês do projeto espera-se um indicador de 4,50% de perdas por acúmulo.

Em função destes objetivos de redução de perdas, são definidos os cálculos dos ganhos financeiros esperados, esperados reais e reais, de maneira mensal, dependendo do avanço do projeto (Figura 30).

### 3.3.5 Cálculo dos ganhos financeiros

O custo de uma tonelada de artigos perdidos pode ser separado entre os custos fixos da fábrica e os custos variáveis energéticos (água, gás, eletricidade, produtos químicos, ...), este custo é determinado mensalmente pela controladoria em função das compras de energéticos do mês. Os ganhos do projeto podem ser facilmente determinados utilizando este custo (Figura 30).

$$\begin{aligned} & \text{Ganho real do projeto de redução de perdas por acúmulo} \\ &= \text{Custo real}_{\text{fixo+variável energético}} \times (\text{Média}_{\text{Out12Mar13}} \\ & \quad - \text{Indicador mensal real}) \times \text{TVF}_{\text{real}, L_{202}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Ganho real esperado do projeto de redução de perdas por acúmulo} \\ &= \text{Custo real}_{\text{fixo+variável energético}} \times (\text{Média}_{\text{Out12Mar13}} - \text{Meta a atingir}) \\ & \quad \times \text{TVF}_{\text{real}, L_{202}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Ganho esperado do projeto de redução de perdas por acúmulo} \\ &= \text{Custo Médio}_{\text{Out12/Mar13, fixo+variável energético}} \times (\text{Média}_{\text{Out12Mar13}} \\ & \quad - \text{Meta a atingir}) \times \text{TVF}_{\text{esperado}, L_{202}} \end{aligned}$$

#### **Figura 30 - Cálculos dos ganhos do projeto de redução de 40% das paradas da L202**

É importante de calcular estes três ganhos para analisar a evolução temporal dos indicadores da fábrica. O ganho real é o ganho real efetuado em comparação com os meses pré-projeto com os indicadores atuais da fábrica (custo energético, TVF,...), o ganho real esperado é o ganho esperado com o indicador do projeto na meta e os indicadores atuais da fábrica e finalmente, o ganho esperado é o ganho com o indicador do projeto na meta e os outros indicadores da fábrica batendo com os meses pré-projeto.

| Mês | Indicador mensal real (%) | Média dos 6 meses anteriores ao projeto em % (Out12-Mar13) | Meta a atingir (%) | TVF real (ton) | TVF esperado (ton) | Custo energético real (R\$/ton) | Custo energético Médio Out12/Mar13 (R\$/ton) | Ganho real (R\$) | Ganho real esperado (R\$) | Ganho esperado (R\$)  |
|-----|---------------------------|--|--------------------|----------------|--------------------|---------------------------------|--|------------------|---------------------------|-----------------------|
| Abr |                           | 7,50%  | 6,75%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 15.000,00         |
| Mai |                           | 7,50%  | 6,00%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 30.000,00         |
| Jun |                           | 7,50%  | 5,25%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 45.000,00         |
| Jul |                           | 7,50%  | 4,50%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 60.000,00         |
| Ago |                           | 7,50%  | 4,50%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 60.000,00         |
| Set |                           | 7,50%  | 4,50%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 60.000,00         |
| Out |                           | 7,50%  | 4,50%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   | R\$ -            | R\$ -                     | R\$ 60.000,00         |
| Nov |                           | 7,50%  | 4,50%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   |                  |                           | R\$ 60.000,00         |
| Dez |                           | 7,50%  | 4,50%              |                | 2500               |                                 | R\$ 800,00                                   |                  |                           | R\$ 60.000,00         |
|     |                           |  |                    |                |                    |                                 | <b>Acúmulo dos ganhos</b>                    | R\$ -            | R\$ -                     | <b>R\$ 450.000,00</b> |

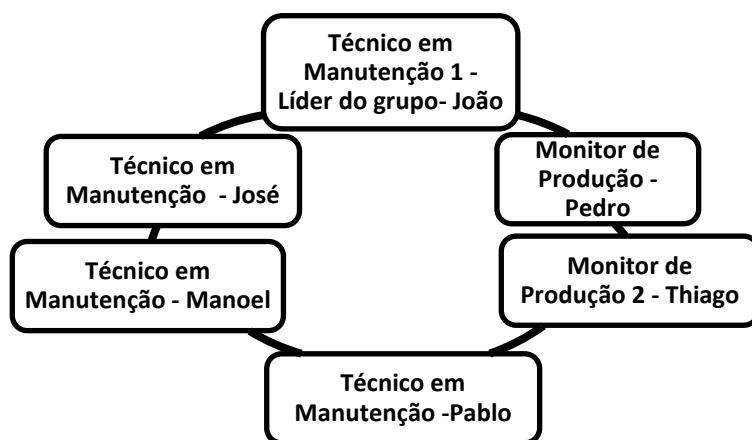
*Figura 31 - Tabela de seguimento dos ganhos financeiros do projeto*

Estes ganhos estão ligados à dimensão econômica da sustentabilidade, mas não só, porque a redução das paradas otimiza a linha e assim, para a mesma quantidade de matérias primas, uma quantidade maior de artigos acabados vão sair da fábrica. O melhoramento do estado das máquinas também reduz o consumo de eletricidade (menos liga/desliga, máquinas rodando e a produção parada por causa de uma outra máquina,...) e de ar comprimido (redução dos vazamentos ao nível das máquinas), assim melhora o desempenho ecológico da área.

### 3.3.6 Construção do grupo de trabalho

A escolha dos recursos humanos para o projeto é uma questão chave para o bom andamento dele: tamanho do grupo e composição dele podem ser fatores críticos para o sucesso. A Área Fria, como foi explicado previamente, é uma área pluridisciplinar, onde qualidade, produção e manutenção coabitam; por isso, o ideal seria uma equipe composta de funcionários destas três áreas. Porém, um fator limitante é a disponibilidade temporal das pessoas: a equipe de qualidade tendo recursos muito limitados, foi escolhido de não ter representante efetivo da qualidade no grupo. Como o MAF é o principal responsável da gestão das paradas, foi determinado de ficar com uma maioria de funcionários do MAF e um líder de grupo do MAF.

Assim, o grupo ficou repartido entre o MAF e a produção, como mostra a Figura 32. Os nomes indicados nesta figura não são os verdadeiros nomes porém foram colocados para facilitar o entendimento do leitor no seguimento do trabalho.



**Figura 32 - Composição do grupo do projeto de redução de 40% das paradas**

Um outro ponto importante da composição do grupo, fora das áreas de proveniência dos membros, é também o turno deles, para possibilitar facilmente a comunicação e a manutenção das ações ao longo do dia. Assim, os dois Monitores de Produção fazem parte um do turno da manhã, o outro da tarde, e os Técnicos em Manutenção são repartidos da maneira seguinte: dois diários, um da manhã e um da tarde. A equipe de noite não é representada no grupo por falta de possibilidade de reunir o grupo inteiro.

O líder do grupo, do MAF, é encarregado pelo bom andamento do projeto, com o meu apoio como auditora e responsável do andamento do grupo. O papel dele é de organizar reuniões semanais para o andamento do projeto, utilizando as ferramentas de análise necessárias e cobrando o grupo para cumprir o plano de ação determinado durante as análises.

Assim, o grupo escolhido é um grupo pluridisciplinar de vários tipos de especialistas da área. Cada um deles tem um ponto de vista diferente sobre os problemas do dia a dia, oferecendo deste jeito uma variedade de soluções mais importante. A importância de ter grupos pluridisciplinares fica também no fato de reduzir as barreiras que existem entre funções por falta de integração entre elas.

### **3.3.7 Acompanhamento do projeto**

#### **3.3.7.1 Treinamento do grupo sobre as ferramentas de resolução de problemas**

A Saint-Gobain dispõe de um modelo de resolução de problemas com um passo a passo a ser seguido. Este modelo é uma estrutura utilizando várias ferramentas do Lean Manufacturing para buscar as causas raízes dos problemas levantados. Antes de começar o projeto, foi necessário treinar os membros do grupo sobre estas ferramentas clássicas:

- Diagrama de Pareto de estratificação das perdas
- Determinação dos ganhos e das perdas financeiras
- Brainstorming e priorização 9-3-1
- 5 Porquês
- Diagrama de Ishikawa
- Plano de ação, 5W2H
- Instruções de trabalho

Estas ferramentas ajudam a estruturar o projeto e analisar as causas raízes e remanescentes ao longo do andamento do projeto.

### **3.3.7.2 Cronograma do projeto**

O prazo da implantação do projeto foi de quatro meses para a implantação das maiores ações e um ano de seguimento dos resultados para verificar que os resultados são mantidos. Para cada passo do projeto, um dos membros foi definido como responsável das ações a serem feitas. O respeito deste cronograma foi um ponto importante do projeto e foi seguido nos follow-up efetuados cada duas semanas.

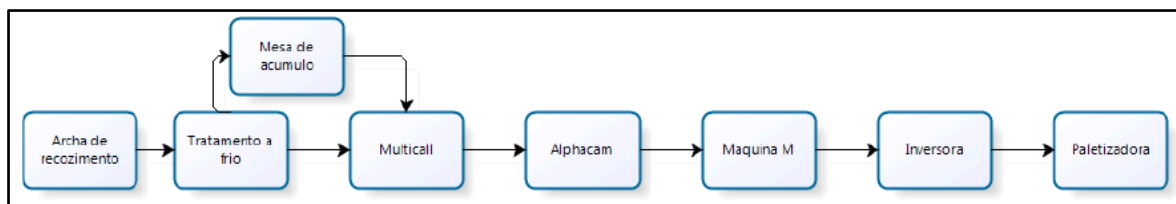
O projeto devia seguir um passo a passo de sistematização das análises das perdas e de implantação das soluções, parecido com o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), dentro do prazo dos quatro meses (Abril – Julho):

- Definir do problema de maneira detalhada
- Analisar o problema
- Identificar as causas raízes
- Determinar e planejar as ações corretivas
- Executar as ações
- Efetuar o acompanhamento dos resultados
- Padronizar as ações

Depois deste prazo de implantação de várias ações e padrões, o foco do grupo foi de manter os resultados obtidos e de solucionar os problemas remanescentes na linha L202 e ao mesmo tempo expandir as ações para as outras linhas. Na verdade, o foco deste projeto, fora da melhora visível que ele tem que obter, foi um trabalho de mudança de cultura e de maneira de trabalhar para melhorar o desempenho da área.

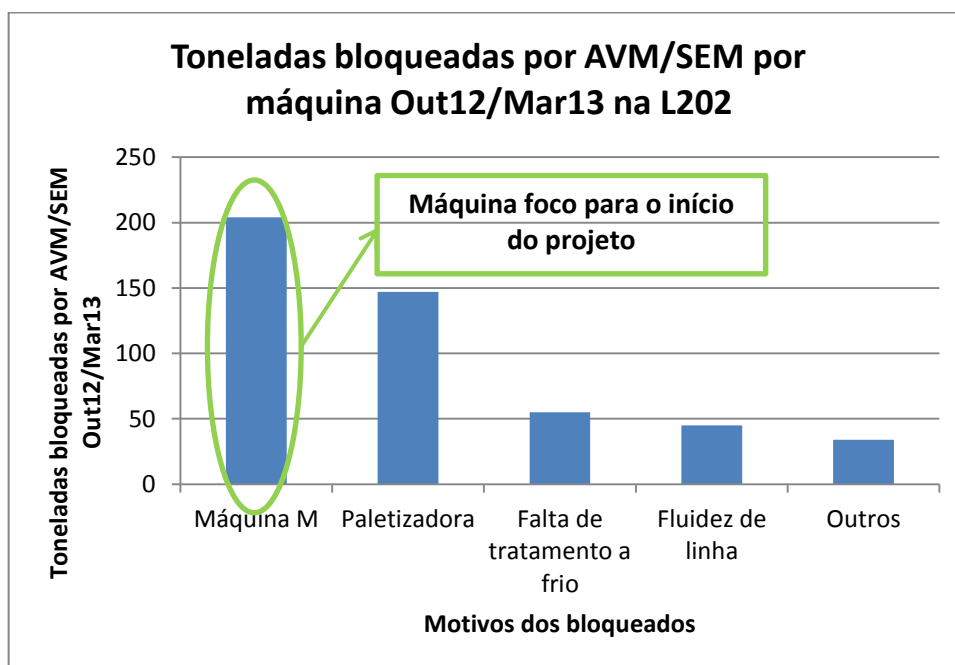
### **3.3.7.3 Estratificação das perdas da linha L202**

A linha 202, como foi detalhado na Figura 22, é uma linha de várias máquinas de controle. A Figura 33 mostra um esquema da linha reduzida a estas máquinas só. Como o grupo tinha que focar o trabalho para saber por onde começar a implantar ações, eu utilizei a planilha dos bloqueados da fábrica para levantar a máquina necessitando das ações prioritárias.



**Figura 33 - Fluxograma das máquinas da L202**

Para determinar a máquina foco da primeira parte do projeto, foi levantado na planilha dos bloqueados os palhetes por causa de avaria mecânica (AVM) ou sem reescolha (SEM), os dois resultandos de perdas por acúmulo (Figura 34). Os dados do SAP de produção mandada para bica não podem ser utilizados neste passo por falta de estratificação por máquina.



**Figura 34 - Toneladas bloqueadas por AVM/SEM**

#### 3.3.7.4 Causas raízes das paradas da máquina M

Para determinar as causas raízes das paradas da máquina M, foi feito um Brainstorming com o grupo, perguntando-se quais podem ser as causas das paradas da Máquina M. Com base nas ideias do grupo, foi feita depois um Priorização 9-3-1, cada um dos trabalhadores pontuado as ideias da maneira seguinte: 9-Muito relevante, 3-Relevante, 1-Pouco relevante.

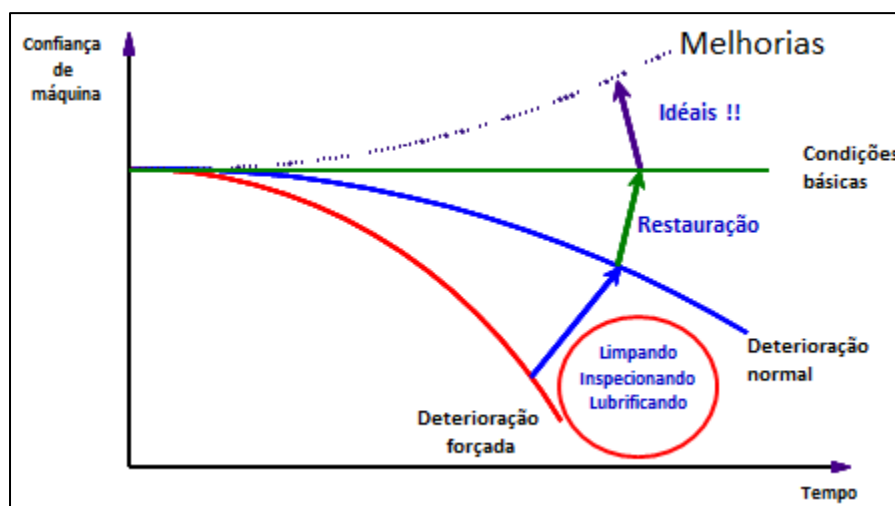
| Porque a Máquina M para com frequência? | João | José | Manoel | Pablo | Thiago | Pedro | TOTAL |
|---|------|------|--------|-------|--------|-------|-------|
| Falta de condições básicas              | 9    | 9    | 9      | 9     | 3      | 3     | 42    |
| Cacos entupindo a máquina               | 3    | 3    | 9      | 9     | 9      | 3     | 36    |
| Regulagens da máquina                   | 9    | 3    | 9      | 1     | 3      | 9     | 34    |
| Falta de conhecimento dos trabalhadores | 9    | 3    | 3      | 3     | 1      | 1     | 20    |

**Figura 35 - Priorização 9-3-1 das causas das paradas da Máquina M**

Esta priorização 9-3-1 da Figura 35 determinou que a maior causa das paradas da Máquina M é a falta de condições básicas do equipamento, ou seja de sustentabilidade da manutenção do equipamento. Por isso, o grupo se focou na utilização das ferramentas do *Total Productive Maintenance (TPM)* para reestabelecer as condições básicas do equipamento.

### 3.3.7.5 Reestabelecimento das condições básicas da Máquina M

Reestabelecer as condições básicas de um equipamento significa fazer uma manutenção corretiva e preventiva nele até ele voltar nas condições de base vendidas pelo fornecedor. Este trabalho impede a deterioração antecipada do equipamento e a perda de capacidade da máquina. A ideia para manter a confiança de máquina é de implantar uma sistemática de restauração dela (Figura 36).



**Figura 36 - Gráfico de deterioração das máquinas**

Antes de começar o trabalho de identificação dos problemas da máquina, é necessário fazer uma grande limpeza da máquina, identificando as fontes de sujeira como problemas a





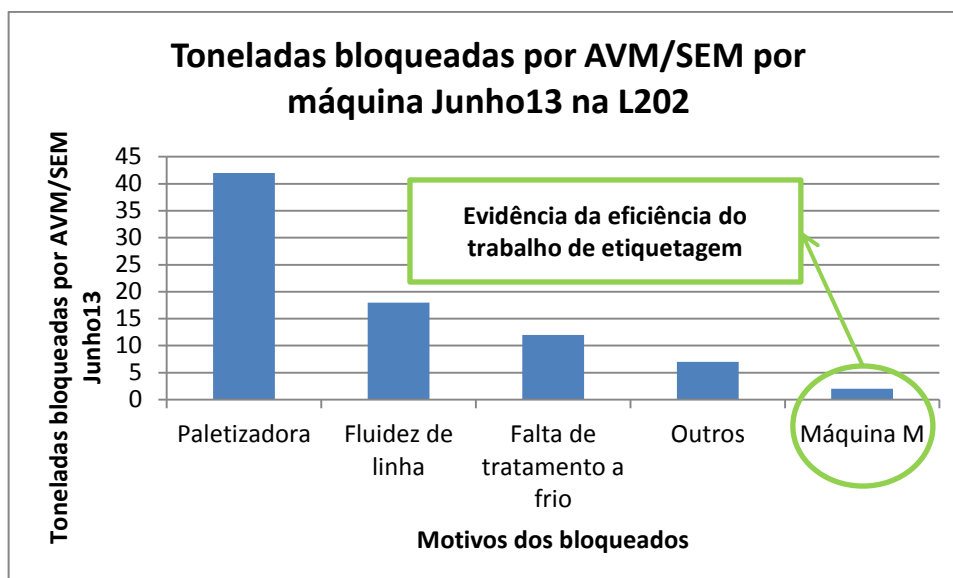
seguir o andamento do processo de reestabelecimento das condições básicas. Neste documento, aparecem os prazos para resolução das etiquetas e os diferentes responsáveis delas, determinados pós-etiquetagem. Estes prazos dependem da criticidade do problema levantado: A-A solucionar na semana, B-Nos próximos 15 dias e C-No mês.

Assim, o processo de reestabelecimento das condições básicas segue o passo a passo seguinte:

- Preparação dos materiais necessários (limpeza, inspeção e etiquetas)
- D-DAY: Limpeza inicial e etiquetagem da Máquina M
- Criação do registro de etiquetas
- Estabelecimento do plano de ação
- Resolução das etiquetas

Este processo é considerado como avançado e satisfatório quando 80% das etiquetas do registro já foram solucionadas. Para definir o plano de resolução das etiquetas, cada uma das etiquetas é avaliada em função da criticidade dela, da disponibilidade das peças de reposição dos equipamentos e simplesmente da disponibilidade dos mantenedores para solucionar o problema.

O registro das etiquetas ficou com umas 45 etiquetas em cada um dos braços da linha 202. Depois de um mês e meio de resolução de 80% das etiquetas, foi levantado de novo as toneladas bloqueadas por falha de máquinas na linha 202. Os dados da Figura 38 mostraram claramente a eficiência do trabalho efetuado, o motivo por parada de Máquina M recuando da primeira posição no diagrama de Pareto para a última. Assim, podemos falar que este conjunto de ações de manutenção na Máquina M foram um sucesso.



**Figura 38 - Evidência dos resultados do trabalho de etiquetagem na Máquina M**

Porém, o foco do projeto é obter reduções drásticas de paradas na linha 202 e também de conseguir manter estes resultados. Por isso, o próximo passo na Máquina M foi de desenvolver um sistema de *Check-list* de inspeção, lubrificação e limpeza da máquina, realizado pelos funcionários da Produção e do MAF. Este *Check-list* fixa um conjunto de pontos a serem verificados na Máquina M, com uma dada frequência e um cargo responsável para cada um dos pontos. Assim, o trabalho efetuado de restituição das condições básicas não fica um evento discreto mas um estado contínuo da máquina no tempo.

NB: O segundo ponto do Brainstorming, “Cacos entupindo a Máquina M”, foi solucionado durante o processo de restituição das condições básicas, colocando de volta chapas de metal faltando dentro da máquina.

### 3.3.7.6 Redução das paradas da paletizadora

O trabalho feito na Máquina M deixou a paletizadora na frente no diagrama de Pareto das paradas da linha 202. Por isso, o grupo se focou nas paradas da paletizadora para entender as razões da existência delas. Como a paletizadora é um equipamento muito complicado do ponto de vista mecânico e eletrônico, foi feito uma análise 5 Porquês para determinar as causas raízes destas paradas (Figura 39).

| Problema                       | Causa   | Hip | Causa                                     | Hip | Causa   | Hip | Causa  | Hip | Ação   |
|--------------------------------|---|-----|---|-----|---|-----|--|-----|--|
| <b>PARADAS DA PALETIZADORA</b> | MAQUINA FORA DAS CONDIÇÕES DE BASE DE FUNCIONAMENTO | V   | Falta de manutenção das condições de base | V   | Falta de cobrança dos líderes                             | V   |  |     | Reestabelecer as condições básicas da máquina  |
|                                |   |     |   |     |   |     |  |     | Estabelecer um sistema de controle das condições da máquina  |
|                                |   |     |   |     | Falta de sistemática de inspeção das máquinas             | V   | Falta de padrão de inspeção                      | V   | Definir um padrão de inspeção da máquina, com frequência e responsável   |
|                                | MAU REGULAGEM DA CENTRALIZAÇÃO DAS CAMADAS          | V   | Falta de conhecimento dos mantenedores    | V   | Falta de treinamento dos mantenedores                     | V   | Falta de conhecimento na fábrica sobre a máquina | V   | Pedir um treinamento para o fornecedor da máquina  |
|                                |   |     | Falta de compromisso dos mantenedores     | F   |   |     |  |     |  |
|                                |   |     | Falta de padronização das regulagens      | V   | Falta de existência de documentos de padrão de regulagens | V   |  |     | Desenvolver padrões de regulagem da centralização das camadas em função dos<br>Treinar os funcionários sobre estes procedimentos |

**Figura 39 - Análise 5 Porquês das paradas da paletizadora**

As ações a serem efetuadas na paletizadora são ligadas à disseminação do conhecimento da máquina, com treinamentos, definição de padrões e como na máquina M, restituição de condições básicas.

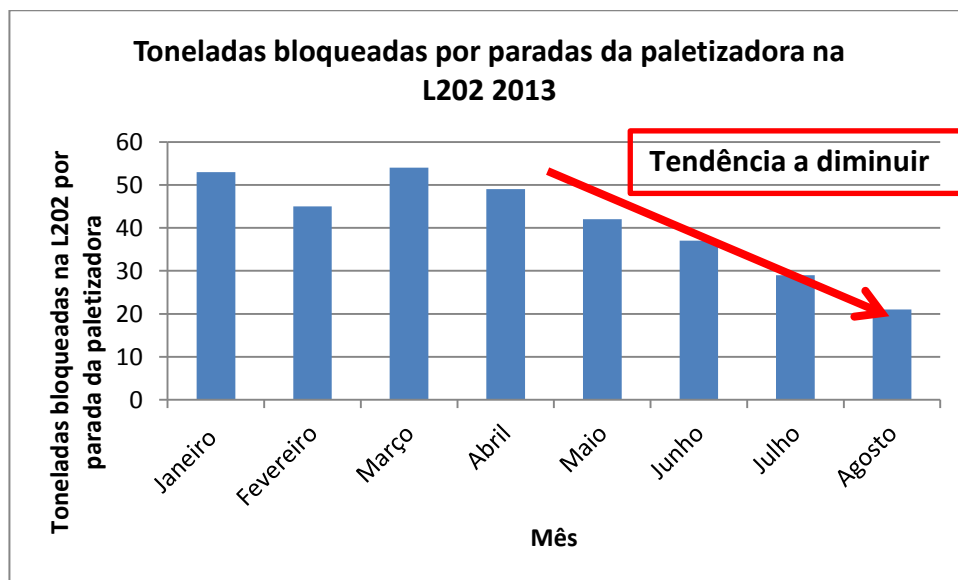
Assim, o mesmo trabalho de etiquetagem e resolução das etiquetas efetuado na Máquina M foi repetido na paletizadora, reduzindo deste jeito o número de paradas ligadas a componentes defeituoso. Este trabalho foi mais demorado do que o da Máquina M porque a paletizadora é um equipamento muito mais complexo tecnicamente: o registro de etiquetas ficou com 63 etiquetas a serem resolvidas.

A outra ação importante desenvolvida pelo grupo foi o estabelecimento de um padrão de regulagem da centralização das camadas na máquina. A falta de centralização das camadas causa paradas porque faz cair os artigos marginais das camadas e os cacos podem entupir ou desgastar componentes da paletizadora. O excesso de cacos nas paletizadoras faz também que a limpeza é mais difícil a fazer e fica um trabalho muito desgastante para os operadores da produção.

A definição dos padrões de regulagens da máquina seguiu o processo seguinte:

- Identificação visual na máquina dos pontos chaves para facilitar a regulagem
- Estabelecimento de procedimentos de trabalho que atendam a norma NBR ISO 9001 para regular a centralização
- Estabelecimento do banco de dados para as regulagens da paletizadora para todos os artigos do mix de produção da fábrica
- Treinamentos dos mantenedores sobre os procedimentos

Com a padronização das regulagens, conseguimos reduzir o número de paradas da paletizadora, e o número de artigos caídos nela, tendo assim um dobro impacto nas perdas de artigos na Área Fria. A redução do número de artigos caídos é um dado difícil de conseguir, porém o impacto destas ações na redução das paradas ficou claro (Figura 40).



**Figura 40 - Redução das paradas na paletizadora da L202**

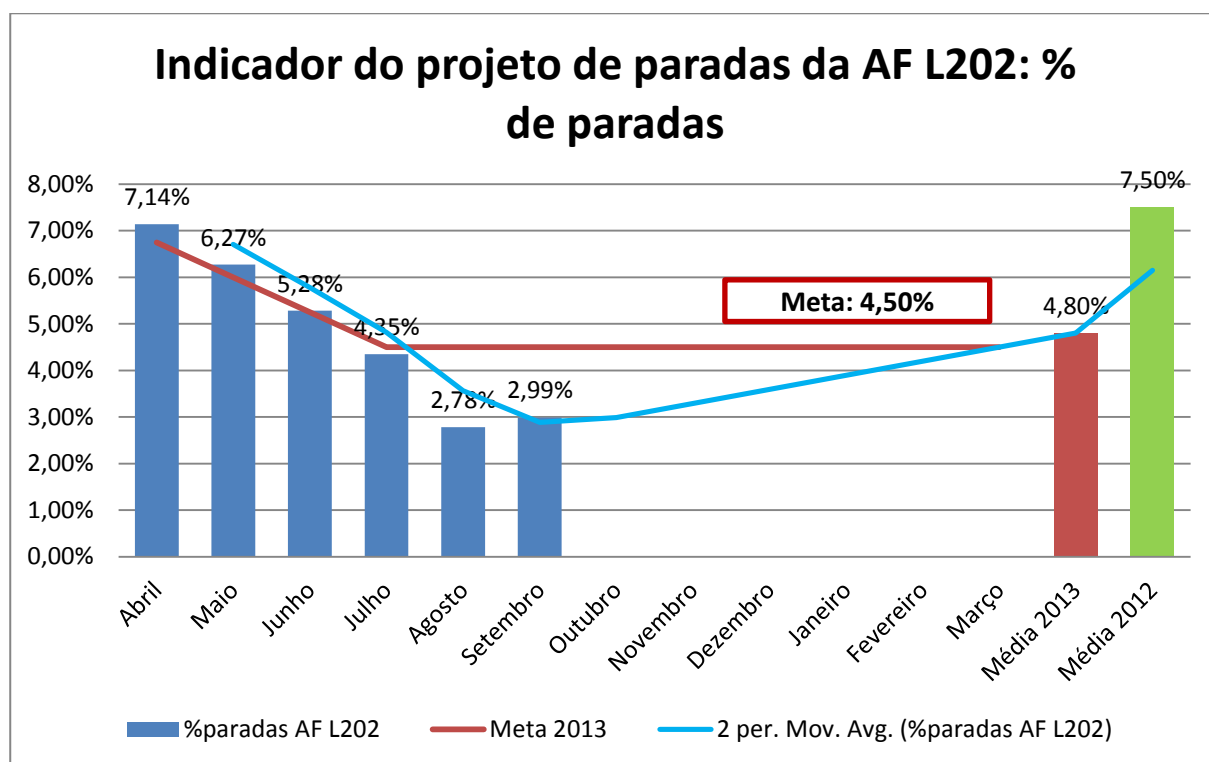
Com os trabalhos feitos na Máquina M e na paletizadora, o indicador do projeto já deu uma melhoria clara e atingimos a meta estabelecida no início do projeto. Porém, ainda não tínhamos feito nada sobre uma das outras causas raízes, os problemas de fluidez de linha. Por isso, o próximo passo foi de tentar de melhorar este outro ponto durante o mês de Agosto.

### 3.3.8 Resultados obtidos pelo projeto

Os resultados do projeto são dados seguidos mensalmente para ver os impactos das ações e a evolução dos indicadores e ganhos (Figura 41). Observa-se uma queda do número de paradas e assim dos desperdícios ligados às paradas de equipamentos. A meta está atingida

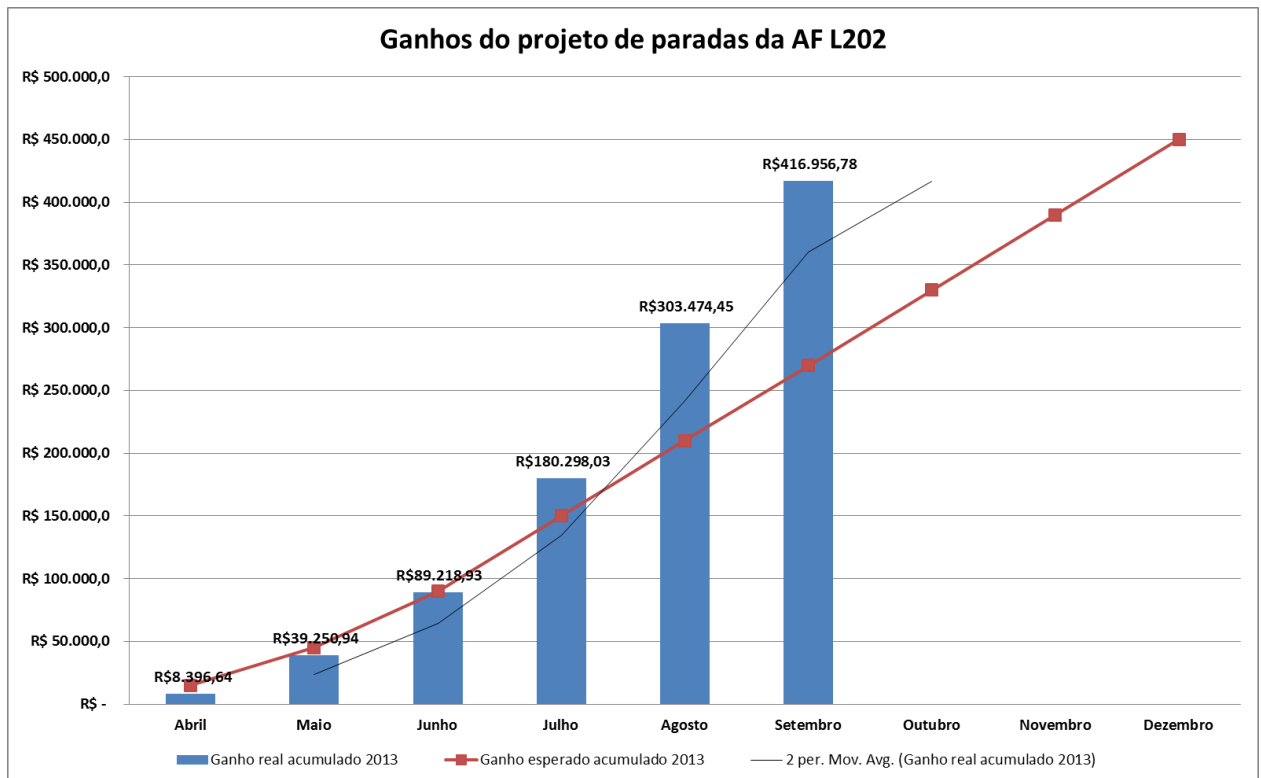
para os meses de Julho, Agosto e Setembro, porém a meta do ano ainda não está abaixo dos 4.50% fixados no início do projeto. Se consegue-se manter os resultados para os últimos meses de 2013, será conseguido atingir o objetivo fixado.

O aumento que se observa no mês de Setembro na Figura 41 está ligado a um evento discreto: uma parada da paletizadora por causa de um problema de conexão elétrica no painel de controle da máquina. Este problema foi resolvido e a causa raiz dele, um problema ligado à conexão ao terço, foi solucionado. Assim, podemos observar que teve uma queda dramática do impacto das paradas na emissão de resíduos sólidos pela linha. Vendo os dois últimos meses, podemos esperar que o indicador ficasse a baixo dos 3%, depassando as expectativas iniciais. Depois da expansão deste trabalho para as outras linhas, pode espera-se uma melhora importante do desempenho da área com impacto visível no resultado da fábrica.



**Figura 41 - Evolução do indicador do projeto**

O cálculo os ganhos foi explicado previamente explicado na Figura 30. A Figura 42Figura 40 mostra os ganhos obtidos com este cálculo. Pode ser observado que a curva real está acima dos ganhos esperados, apresentando uma boa tendência de melhoria. Fora destes ganhos apresentados na forma de acúmulo de reais ganhados, é interessante de ver o impacto nos resultados da fábrica com este projeto.



**Figura 42 - Evolução dos ganhos do projeto**

Para identificar o impacto do projeto, é interessante de analisar o cálculo da Eficiência Operacional Global (*Overall Equipment Effectiveness*), o OEE. Um aumento do OEE implica que os processos conseguiram produzir mais com menos recursos.

$$OEE = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade$$

$$\text{Com: } Disponibilidade = \frac{\text{Tempo total} - \text{paradas}}{\text{Tempo total}}$$

A redução das paradas permite de aumentar a Disponibilidade e o OEE.

Assim, uma redução das paradas permite de aumentar a Disponibilidade dos equipamentos e ao mesmo tempo do OEE.

### 3.3.9 Expansão para as outras linhas

Como o trabalho realizado na linha 202 deu certo e conseguiu atingir as metas fixadas, identifiquei a linha onde a expansão deste trabalho seria o mais necessário em termos de toneladas de produtos perdidas. A linha 204 era a segunda linha com maiores perdas antes do projeto e passou primeira: ela foi assim escolhida para ser a primeira linha de expansão do projeto, seguindo o passo a passo descrito anteriormente. Um outro grupo de trabalho foi escolhido para cuidar desta linha, repartindo as responsabilidades e permitindo o

entendimento da metodologia por todos. Este trabalho de expansão está em andamento desde Outubro, depois do mesmo processo de treinamento dos membros dos grupos. A expansão está prevista para todas as linhas.

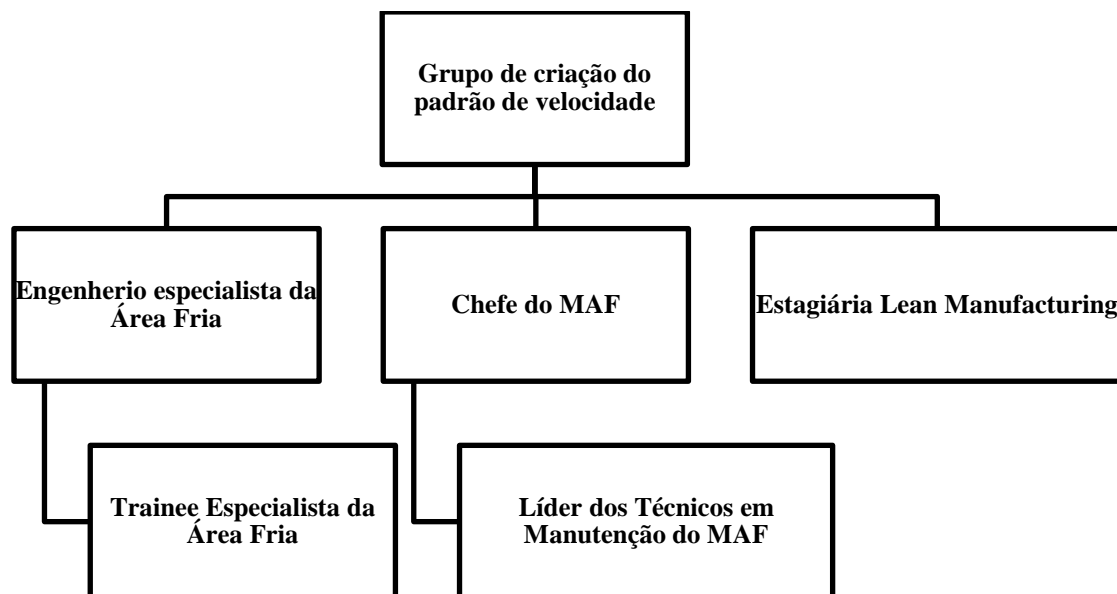
### ***3.3 Análise dos problemas de artigos caídos e de fluidez de linha***

Na Área pode ser observado a presença de artigos caídos no chão ou de cacos presos nos transportadores. Este fato é problemático para várias dimensões de sustentabilidade da área. De fato, cacos no chão podem criar potencialmente acidentes e demandam um esforço de limpeza suplementar, indo no sentido contrário da dimensão social da sustentabilidade. Cacos no chão fora do perigo que eles representam, significam também perdas de artigos produzidos, ou seja, queda do desempenho econômico e ambiental.

Os problemas de fluidez de linha, observando os dados de cada linha para todos os artigos e observando também a situação real do dia a dia, não obedecem a nenhuma lógica. De fato, não existe nenhum padrão da velocidade dos transportadores da linha e assim, o andamento da linha é função de quem preencha os valores de velocidade no Interface Homem Máquina (IHM). Os funcionários da Produção e do MAF tendo acesso a este IHM, as velocidades são modificadas de maneira subjetiva por eles em função das paradas, sem nenhum padrão de reação. Fica deste jeito difícil de identificar as razões verdadeiras das pequenas paradas: máquina ou mau regulagem das velocidades dos transportadores criando descontinuidade do fluxo de produção?

Assim, a necessidade de construir um padrão de velocidade dos transportadores ficou clara. Para estabelecer o melhor padrão possível, criou-se um grupo de apoio com único objetivo de realizar este padrão. Como é um padrão técnico dependendo da geometria das linhas, impliquei os especialistas da Área Fria do Centro Técnico da Água Branca (CTAB) e os responsáveis do MAF (Figura 43). Este passo foi muito interessante, porque foi um trabalho integrando especialistas técnicos e membros operacionais da fábrica, conciliando pontos teóricos e experiência.





***Figura 43 - Grupo de padrão de velocidade***

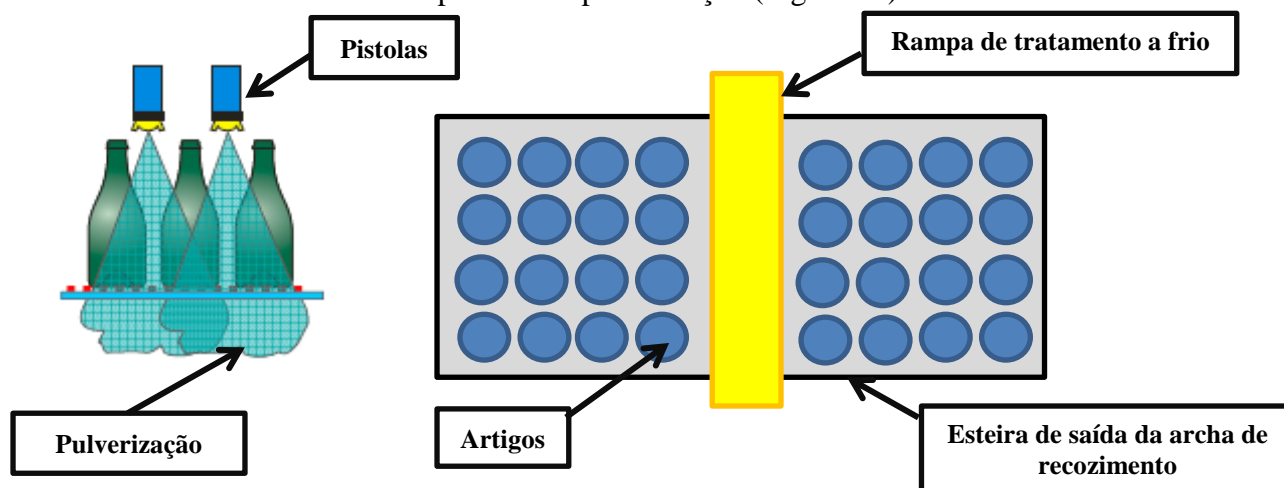
A ideia que foi desenvolvida é que os transportadores das linhas devem ser capazes de escoar as linhas sem provocar acúmulo caso hajam paradas, para isso aumentamos a velocidade para cada uma das máquinas de inspeção, na linha inteira para prevenir as descontinuidades de produção. Os transportadores têm como missão de abastecer cada uma das máquinas na quantidade certa de artigos necessários, sem provocar desgaste desnecessário.

Este padrão está implantado desde Setembro e para cada um dos artigos em produção, é utilizada a planilha de cálculo criada para determinar as velocidades ideais para os transportadores. Observamos uma queda importante do número de artigos caídos nos lados das linhas na Área Fria. Também não há mais reclamações da produção sobre o andamento das linhas nas transições de turno, cada um dos turnos colocando antigamente uma estrutura de velocidade diferente. As equipes de Manutenção e Produção foram capacitadas para entender melhor o funcionamento certo das linhas. A velocidade não é por enquanto mais um problema das linhas.

Para a implantação desta melhoria, é por enquanto difícil de medir o impacto porque precisaria de vários meses de aplicação para monitorar e observar o comportamento das linhas e assim controlar quantitativamente a queda do número de artigos caídos por meio de coleta e pesagem das perdas por queda.

### 3.4 Melhora do desempenho do tratamento a frio

O tratamento a frio é uma solução técnica para prevenir as abrasões vindo dos impactos entre as garrafas durante as fases de manutenção e de transporte dos palhetes. O tratamento a frio é um processo que deposita uma camada de cera de polímero por pulverização depois da diluição do produto químico, por meio de uma rampa composta de um carrinho onde estão fixadas as pistolas de pulverização (Figura 44).

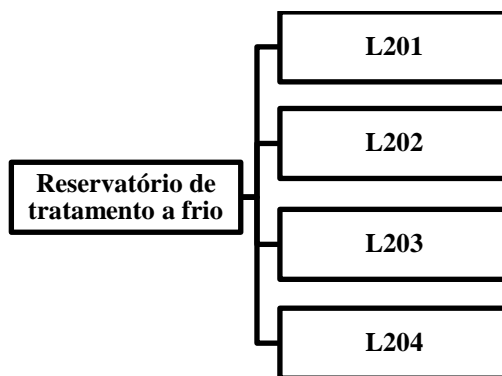


*Figura 44 - Depósito do tratamento a frio nos artigos*

A archa de recozimento é um tunel de recozimento dos artigos depois do moldagem, para obter a resistência desejada para os artigos. A archa encontra-se na fronteira entre Área Quente e Área Fria.

#### 3.4.1 O produto do tratamento a frio e o funcionamento do abastecimento

O produto do tratamento a frio é uma cera PE aditiva. Ele é um produto alimentício, validado pelos critérios da ISO 22000 de Segurança Alimentar. Ele é fornecido a a 20% de extrato seco e diluído a ~1,5% ( $\approx 0,5$  de produto + 99,5% da água). A mistura é feita num lugar chamado reservatório de tratamento a frio, composto de um tanque especial para mistura e de outros tanques de abastecimento das linhas. Uma vez a mistura feita no tanque de mistura, o produto é transferido para os tanques de abastecimento e finalmente para os carrinhos de tratamento de cada linha de produção (Figura 45).



*Figura 45 - Funcionamento do abastecimento de tratamento a frio*

### 3.4.2 Perdas ligadas ao tratamento a frio

O tratamento a frio permite de prevenir a formação de atrito durante o transporte das garrafas. A ausência deixa o produto sem proteção e a aparência dele fica piorada. Assim, como vários clientes escolhem de ter embalagens de vidro pela beleza do produto, é crítico conseguir conservar uma boa aparência do produto. Nas linhas, são feitas amostragens periódicas e sistemáticas: controle manual dos tratamentos (quente e frio) na linha pelos monitores de produção (Figura 46) e controle com máquinas no laboratório da Área Fria.

Caso seja levantado um problema de tratamento a frio, os monitores devem bloquear a produção, e depois de validação da qualidade, os artigos com falta de tratamento a frio são mandados para quebra. Assim, um problema de tratamento a frio pode ser a origem de quebra de várias toneladas. Na linha 202, vimos por exemplo na Figura 34 que a falta de tratamento a frio era uma das causas presentes no gráfico de Pareto das perdas por AVM.



**Figura 46 - Controle manual dos tratamentos**

O próximo passo é de identificar as razões dos problemas de tratamento a frio e desenvolver um plano de ação para solucioná-los.

### 3.4.3 Análise e ações desenvolvidas

Para determinar as causas raízes da falta de tratamento a frio, foi criado um grupo pluridisciplinar de trabalho composto por membros do MAF e da AF, com foco na redução de palhetes bloqueados por falta de tratamento a frio. Treinados como o grupo de redução de paradas nas ferramentas de resolução de problema, a Figura 477 mostra o diagrama de Ishikawa que eles desenvolveram para levantar as causas raízes dos problemas de tratamento a frio.

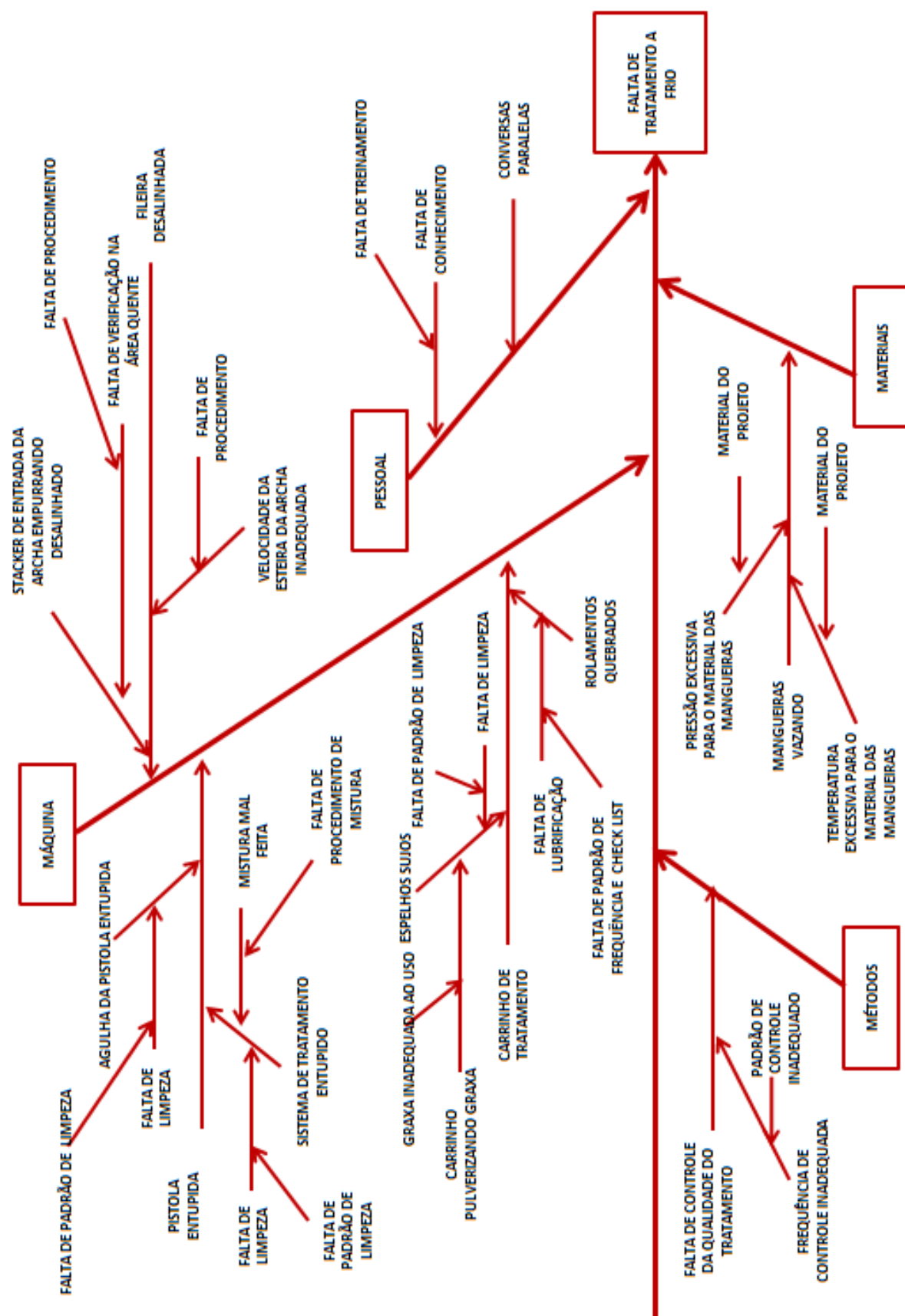


Figura 47 - Diagrama de Ishikawa de falta de tratamento a frio

Assim, podemos identificar a falta de procedimentos como uma causa raiz responsável de vários problemas do equipamento. O trabalho do grupo foi de definir o conjunto de atividades necessárias a serem feitas de maneira sistemática, definindo frequência e padrão de reação. Foram feitos:

- Um padrão de limpeza do reservatório do tratamento a frio
- Um padrão de limpeza, lubrificação e inspeção do carrinho de tratamento a frio (Figura 48)

|      | Equipamento:<br>Tratamento a frio  | Procedimento | Responsável |
|------|--|--------------|-------------|
| ITEM | <b>INSPEÇÃO</b> a ser executada  | <b>LUP</b>   |             |
| 1    | Troca das mangueiras de alimentação das pistolas                         | LUP-AF-19    | mantenedor  |
| 2    | Verificação das mangueiras de alimentação de água e ar comprimido        | LUP-AF-24    | mantenedor  |
| 3    | Verificar o funcionamento da válvula                                     | LUP-AF-40    | monitores   |
| 4    | Verificação da Velocidade de avanço e tempo de parada (padrão operativo) | LUP-AF-27    | monitores   |
| 5    | Verificação da projeção do glaskin (alinhamento / produto)               | LUP-AF-26    | monitores   |
| 6    | Verificação do desgaste da correia                                       | LUP-AF-25    | mantenedor  |
|      | <b>LUBRIFICAÇÃO</b> a ser executada                                      |              |             |
| 7    | Lubrificação dos rolamentos do carrinho                                  | LUP-AF-23    | mantenedor  |
|      | <b>LIMPEZA</b> a ser executada   |              |             |
| 8    | Limpeza dos sensores e espelhos  | LUP-AF-20    | monitores   |
| 9    | Limpeza do canal do prolongador da pistola                               | LUP-AF-21    | mantenedor  |
| 10   | Limpeza da agulha  | LUP-AF-18    | mantenedor  |
| 11   | Limpeza do carrinho de translação  | LUP-AF-22    | mantenedor  |
| 12   | Limpeza e verificação das molas da engrenagem                            | LUP-AF-28    | mantenedor  |

**Figura 48 - Check-list tratamento a frio**

- Um padrão de inspeção da enfora ao nível do stacker da archa na Área Quente
- Novos materiais para as mangueiras de abastecimento do produto
- Treinamentos dos envolvidos nas atividades de limpeza, lubrificação e inspeção

Para cada um dos padrões, um conjunto de instrução de trabalho foi escrito, explicando o passo a passo das atividades a serem realizadas, e um *Check list* com dada

frequência foi adicionado ao lado dos equipamentos. Com estes vários padrões, conseguimos reduzir de metade o número de artigos bloqueados e quebrados por falta de tratamento a frio. A Produção também recebeu treinamentos para conseguir fazer as limpezas básicas (agulha da pistola por exemplo) sem o apoio da Manutenção, desmontando equipamentos simples caso seja necessário, ou seja desenvolvendo capacidade de Manutenção autônoma.





## CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta um conjunto de soluções respondendo as necessidades de melhorias da Sustentabilidade da Área Fria de uma fábrica de vidros. Os problemas desta área tornam-se bola de neve para os setores de Qualidade e de Logística e podem paralisar o funcionamento da fábrica. Apoiando-se na abordagem da Produção Enxuta, missão do estágio ligado ao presente trabalho, as perdas desta área foram identificadas como críticas para o desempenho da fábrica.

As necessidades da Área Fria foram identificadas em alinhamento com a abordagem da Produção Mais Limpa: redução de emissão de resíduos sólidos (bloqueados e bica de produção) por parada de máquinas, redução de emissão de resíduos sólidos (artigos caídos) por falta de fluidez de linha e redução de perdas ligadas a um produto químico (tratamento a frio). Apoiando-se nas ferramentas de análise da Produção Enxuta, o estudo detalhou quais as deficiências dos processos a serem atacadas em cada uma das falhas levantadas. Foram esclarecidas as causas raízes dos problemas dos processos de maneira estruturada.

Os problemas levantados ao longo do trabalho são problemas de metodologia de trabalho, como falta de manutenção e falta de procedimentos adequados as necessidades do funcionamento das linhas. Estas causas foram evidenciadas por grupos pluridisciplinares criados para resolver os problemas identificados: a integração e a conscientização da equipe de Produção da Área Fria e da Manutenção da Área Fria foi um ponto chave deste trabalho. O passo a passo do trabalho foi desenvolvido numa linha piloto e depois expandido para as outras linhas da área, disseminando somente as ações eficazes.

Para os problemas de parada de máquinas, a abordagem da Manutenção Produtiva Total ofereceu também pontos metodológicos para estabelecer e manter soluções de melhoria do estado dos equipamentos da área. O ponto de partida do projeto foi o reestabelecimento das condições básicas das máquinas. As soluções desenvolvidas pelo grupo de trabalho permitiram de atingir a meta de 40% de redução de paradas na linha piloto e o trabalho está sendo expandido para as outras linhas.

Para os problemas de artigos caídos por falta de fluidez de linha, o grupo conseguiu desenvolver um padrão teórico adequado à realidade da fábrica e o padrão está sendo utilizado em todas as linhas da fábrica. Fora da queda do número de artigos caídos que pode ser observada, espera-se deste padrão um aumento da disponibilidade da equipe de Manutenção da Área Fria para resolver outros problemas das linhas. Os treinamentos dados

aos vários membros da área sobre a fluidez de linha permitiram de melhorar a visão deles do processo.

Para os problemas ligados ao tratamento a frio, o estabelecimento de vários procedimentos de controle antes e depois da pulverização do produto permitiu de reduzir de metade as perdas ligadas a esta etapa do processo. Os membros da Produção foram assim capacitados para desenvolver várias atividades de Manutenção Autônoma.

As soluções foram desenvolvidas e implementadas ao longo do estágio, e assim, a situação da área melhorou nos pontos levantados. O impacto especialmente na motivação da equipe da Manutenção foi forte. Os métodos utilizados para melhorar a sustentabilidade podem ser expandidos a outras áreas, utilizando as análises dos projetos como modelos.

Porém, alguns pontos específicos da área não foram tratados neste estudo e são pontos importantes para o desempenho da área. Sendo uma área muito técnica, a maior capacitação das pessoas envolvidas na área é um assunto chave. Vendo a variedade de máquinas da área, a organização dos mantenedores deve sempre otimizada para atender as necessidades de repartição de tarefas nos momentos de crises. Finalmente, a comunicação dentro da área entre as diferentes funções é também um ponto para melhorar a fluidez de resolução dos problemas.

## REFERÊNCIAS

ABRE, ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMBALAGEM, LUCIANA PELLEGRINO.

**Apresentação do setor.** Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/>. Acesso em 10 de ag. 2013.

ABRIVIDRO, ASSOCIACAO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO VIDRO. **Escola do vidro: Introdução ao Vidro e a sua produção**, Mauro Akerman. Disponível em:

<http://www.abividro.org.br/mat/introducao-vidro-e-sua-producao-fevereiro-2013.pdf>. Acesso em 28 de ag. de 2013.

AMATO NETO, João. **Sustentabilidade & Produção: Teoria e Prática para uma Gestão Sustentável.** São Paulo: Atlas, 2011.

BEN-DAYA, M.; O. DUFFUAA, S.; RAOUF, A.; KNEZEVIC, J.; AIT-KADI, D.

**Handbook of Maintenance Management and Engineering.** Editors Spingers, 2009.

Disponível em:

<http://books.google.com.br/books?id=WE2M8YAD7jQC&pg=PA688&dq=sustainability+and+quality+in+maintenance&hl=fr&sa=X&ei=M9A0UpPkIoHY9ASf24DQDQ&ved=0CF8Q6AEwBw#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 30 de Setembro de 2013.

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos.** Lei no.12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 24 de Setembro de 2013.

CHAPMAN, A. C e al. **Remanufacturing in the UK-** a snapshot of the UK remanufacturing industry 2009. Report. Disponível em:

<http://www.remanufacturing.org.uk/pdf/story/1p342.pdf>. Acesso em: 24 Setembro 2013.

DE SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção.** São Paulo: All Print, 2007.

ELKINGTON, John. **Canibais com garfo e faca.** São Paulo: Makron books Editora, 1999.

ERNST&YOUNG (2013). **Unwrapping the packaging industry**, Seven factors for success. Disponível em:

[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Unwrapping\\_the\\_packaging\\_industry\\_%E2%80](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Unwrapping_the_packaging_industry_%E2%80)

%93\_seven\_factors\_for\_success/\$FILE/EY\_Unwrapping\_the\_packaging\_industry\_-\_seven\_success\_factors.pdf. Acesso em 18 de ag. 2013.

GRAY, C.; CHARTER, M. **Remanufacturing and product design** – designing for the 7<sup>th</sup> Generation. [S.I]: The Center of Sustainable Design, 2006. Report.

GURGEL, Floriano Amaral. **Administração da embalagem**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

HIRSCHHORN, J. ; JACKSON T. ; BAAS L. (1993). **Clean Production Strategies**, Developing Preventive Environmental Management in the Industrial Economy. Stockolm Environment Institute.

IJOMAH, W. **A Model-based definition of the generic remanufacturing business process**. PhD (Doctoral Thesis) – University of Plymouth, Plymouth, 2002.

IMS, Manufacturing Technology Platform. **Maintenance for Sustainable Manufacturing (M4SM)**. White paper. Disponível em: [http://ims.org/sites/default/files/M4SM\\_White\\_paper\\_Jan\\_2011.pdf](http://ims.org/sites/default/files/M4SM_White_paper_Jan_2011.pdf). Acesso em: 30 de Setembro de 2013.

ISO. Disponível em: <http://www.iso.org>. Acesso em: 30 de Setembro de 2013.

LUND, R. **The Remanufacturing Industry**: hidden giant. Boston: Massachusetts Boston University, 1996. Report.

MANZAN, R. ; CAMPANA, R.C; DE BARROS, T.R.; MIYAKE,D.I. **International Workshop in advances in Cleaner Production**, Buscando a Produção Mais Limpa por meio da Produção Enxuta: Estudo de Casos em Indústrias de Fundição. Academic Work, 2013.

Disponível em:

[http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/5B/2/manzan\\_et\\_al\\_work.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fourth/files/sessoes/5B/2/manzan_et_al_work.pdf) . Acesso em: 27 de Setembro de 2013.

MILANEZ, B.; BÜHRS, T. Extended producer responsibility in Brasil: the case of tyre waste. **Journal of Cleaner Production**, n.17, p.608-615, 2009.

OLÍVIA TOSHIE OIKO, **Modelo dos processos de negócio para gerenciar a remanufatura**, 2012. Trabalho de formatura, Universidade de São Paulo, Engenharia de São Carlos.

RobecoSAM Sustainable Investing, 2013. **Dow Jones Sustainability Indices** in collaboration with RobecoSAM. Disponível em: <http://www.sustainability-indices.com>. Acesso em: 27 de Setembro de 2013.

SCHALTEGGER, S.; BENNETT, M.; BURRITT R.L.; JASCH,C.. **Environmental Management Accounting for Cleaner Production**. Editions Springer, 2008.

SEIFFERT, MARIA ELIZABETE BERNARDINI. **Sistemas de Gestão Ambiental (ISO 14001) e Saúde Ocupacional (OHSAS 18001)**, Vantagens da Implantação Integrada. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

SEIFFERT, MARIA ELIZABETE BERNARDINI. **Gestão Ambiental: Instrumentos, Esferas de ação e Educação Ambiental**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

SPICER, A.J.; JOHNSON, M.R. Third-party demanufacturing as a solution for extended producer responsibility. **Journal of Cleaner Production**, v.12, p37-45, 2004.

STEINHILPER, R. **Remanufacturing** – the ultimate form of recycling. Stuttgart: Fraunhofer IPB Verlag, 1998.

TAKAHASHI, T. **TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1996.

TAKATA, S.; KIMURA, F.; Van Houten, F.J.A.M; WESTKÄMPER, E.; SHPITALNI, M.; CEGLAREK, D.; LEE, J. **Maintenance: Changing role in Life Management**. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.8505&rep=rep1&type=pdf>.

Acesso em: 30 de Setembro de 2013.

TIBOR, T; FELDMAN, I. **ISO 14000: um guia para as normas de gestão ambiental**, São Paulo: Futura, 1996

THIERRY, M. et al. Strategic issues in product recovery management. **California Management Review**, v.37, n.2, p.114-134, 1995.

UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT, **The Global Compact**. Disponível em:

<http://www.unglobalcompact.org/languages/french/>. Acesso em: 01 de Outubro de 2013.