



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

---

**Carlos Henrique Ribeiro Massote**

**“IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DA PRODUÇÃO MAIS  
LIMPA EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA DA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título: “Mestre em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Saneamento Ambiental”

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Auxiliadora Maria Moura Santi

**Ouro Preto, novembro de 2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

# AGRADECIMENTOS

---

À DEUS, pela benção da vida e por possibilitar terem meus entes queridos e amados muita saúde, alegria e perto de mim.

Aos meus pais pelo exemplo de vida altruística, honesta e dedicada à família. A meu pai, especialmente, por me mostrar que nunca é tarde para um novo recomeço e, à minha mãe, por me mostrar, sempre, que com fé e alegria a vida é melhor.

À minha mulher pelo companheirismo, compreensão e apoio incondicional, e aos meus filhos pela energia e alegria proporcionadas, que se renovam em mim todos os dias.

À Prof<sup>ra</sup>. Dr<sup>a</sup>. Auxiliadora Maria Moura Santi, minha caríssima orientadora, não só pela orientação atenta, competente e inteligente, mas pela amizade, acolhimento e pelo exemplo de vida. Acredito que formamos uma boa dupla!

Ao apoio e participação da Alta Direção da Mod Line Soluções Corporativas Ltda, nas pessoas de Renato Cândido Ribeiro, Márcia de Paula Ribeiro, Nívia Alexandre Gomes, Thiago de Paula Ribeiro e Pollyanna de Paula Ribeiro. Um agradecimento especial ao Thiago e à Pollyanna por aquela “força a mais”. Desenvolver este trabalho, em uma empresa onde os princípios éticos são norteadores de suas ações empreendidas, nos deu muita tranquilidade e satisfação.

À participação dos empregados da Mod Line, que ajudaram na elaboração e concretização de várias das fases deste trabalho. Agradecimento especial ao Daniel pela sua dedicação.

Às minhas irmãs, sempre torcendo e me apoiando, em especial à Juliana pelos seus aconselhamentos em longas horas ao telefone.

Ao meu irmão “Baiano”, pela torcida e amizade, sempre.

Ao Prof. Dr. Antônio Taranto Goulart pela inspiração, aconselhamentos e apoio.

Ao Prof. Luiz Ignácio, pelo fornecimento desprendido de materiais para consulta relacionados ao tema de P+L e a algumas dicas preciosas em relação a este trabalho.

À nossa babá (Paloma) e empregada (Vani), dando suporte e auxílio na minha dedicação a este trabalho.

Aos colegas de mestrado, pela amizade e por tornar nossa estada em Ouro Preto bem mais prazerosa e produtiva, em especial aos amigos Darllan, Raphael, Marcelo e Palomma.

Aos professores do PROAGUA pelos ensinamentos acadêmicos, em especial aos Professores Doutores Antenor Rodrigues Barbosa Junior, Adilson do Lago Leite e José Fernando de Paiva.

À toda equipe do PROAGUA pelo apoio e consideração.

À toda equipe da Gerência de Meio Ambiente do Sistema Fiemg, pelo apoio e informações, nas pessoas de seu Diretor Vagner e de seus Analistas Breno e Cristiane.

Ao CNTL e ao CEPIS pelo apoio e informações.

Enfim, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram, tornando este trabalho possível.

# DEDICATÓRIA

---

Dedico este trabalho à minha mulher Eliana, que participou em vários aspectos deste trabalho, uma companheira de todas as horas e que partilha comigo o desafio da criação de nossos filhos, educando e ensinando valores que acreditamos ser realmente importantes para a vida.

Dedico aos meus filhos Enrico e Júlia (sem dúvida alguma minha melhor participação em uma “obra”), que sempre, mesmo sem saber, me proporcionam alegria e orgulho, revigoram minha energia para a vida e ensinam a ser uma pessoa melhor, cada dia.

Amo vocês!

# SUMÁRIO

---

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE EQUAÇÕES.....</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>XVIV</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 - A EVOLUÇÃO DOS TEMAS AMBIENTAIS E A PROPOSTA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....</b>	<b>5</b>
1.1. DOS ANCESTRAIS DOS SERES HUMANOS À DIFUSÃO DA METODOLOGIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA PARA SE ALCANÇAR O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	5
1.2. A METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA ENTRE AS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA BUSCA DA ECOEFICIÊNCIA, SEU CONCEITO E FORMAS DE DISPONIBILIZAÇÃO.....	27
<b>CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO MAIS LIMPA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA “SÉRIE MANUAIS DE P+L DO CNTL” .....</b>	<b>38</b>
2.1. FASE 1 – PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO.....	39
2.1.1. Passo 1 - Obter o compromisso e envolvimento da direção e gerência.....	39
2.1.2. Passo 2 - Definir a equipe de implementação da P+L .....	41
2.1.3. Passo 3 – Estabelecer objetivos, metas e a abrangência de P+L.....	42
2.1.4. Passo 4 – Identificar barreiras e suas soluções.....	43
2.2. FASE 2 – PRÉ-AVALIAÇÃO .....	46
2.2.1. Passo 5 – Elaborar o fluxograma do processo .....	47
2.2.2. Passo 6 – Avaliar as entradas e as saídas .....	51
2.2.3. Passo 7 – Selecionar o foco da implementação de produção mais limpa.....	51
2.3. FASE 3 – AVALIAÇÃO .....	52
2.3.1. Passo 8 – Originar um balanço de material e/ou de energia .....	53
2.3.2. Passo 9 – Conduzir uma avaliação de fontes e causas .....	59

2.3.3. <i>Passo 10 – Gerar as oportunidades de P+L</i> .....	61
2.3.4. <i>Passo 11 – Selecionar as oportunidades de P+L</i> .....	63
2.4. <b>FASE 4 – ESTUDO DE VIABILIDADE</b> .....	64
2.4.1. <i>Passo 12 – Avaliação preliminar</i> .....	65
2.4.2. <i>Passo 13 – Avaliação técnica</i> .....	65
2.4.3. <i>Passo 14 – Avaliação econômica</i> .....	66
2.4.4. <i>Passo 15 – Avaliação ambiental</i> .....	72
2.4.5. <i>Passo 16 – Seleção de Oportunidades</i> .....	73
2.5. <b>FASE 5 – IMPLEMENTAÇÃO</b> .....	74
2.5.1. <i>Passo 17 – Preparar o plano de P+L</i> .....	74
2.5.2. <i>Passo 18 – Implementar oportunidades de P+L</i> .....	75
2.5.3. <i>Passo 19 – Monitorar e avaliar</i> .....	75
2.5.4. <i>Passo 20 – Sustentar as atividades de P+L</i> .....	77
<b>CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE P+L NA EMPRESA MOD LINE LTDA</b> .....	78
3.1. <b>APRESENTAÇÃO GERAL DA EMPRESA</b> .....	79
3.2. <b>FASE 1 – PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO</b> .....	80
3.2.1. <i>A seleção dos setores para aplicação de P+L</i> .....	86
3.3. <b>FASE 2 – PRÉ-AVALIAÇÃO</b> .....	88
3.3.1. <i>Identificação da primeira oportunidade de P+L</i> .....	91
3.4. <b>FASE 3 – AVALIAÇÃO</b> .....	93
3.4.1. <i>Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível</i> .....	97
3.4.2. <i>Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas</i> .....	99
3.4.3. <i>Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador</i> .....	102
3.4.4. <i>Oportunidade de redução da água gasta na painelaria</i> .....	106
3.4.5. <i>Oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria</i> .....	109
3.4.6. <i>Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado</i> .....	113
3.4.7. <i>Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado</i> .....	115
3.4.8. <i>Oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado</i> .....	119
<b>CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE P+L NA EMPRESA MOD LINE LTDA</b> .....	124
4.1. <b>ESTUDO DE VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO</b> .....	124
4.1.1. <i>Oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado</i> .....	124
4.1.2. <i>Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível</i> .....	125
4.1.3. <i>Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas</i> .....	127
4.1.4. <i>Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador</i> .....	129
4.1.5. <i>Oportunidade de redução da água gasta na painelaria</i> .....	135

4.1.6. Oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria.....	139
4.1.7. Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado .....	142
4.1.8. Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado .....	143
4.1.9. Oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado .....	147
4.2. SUSTENTAR AS ATIVIDADES DE P+L (VIGÉSIMO PASSO DA FASE IMPLEMENTAÇÃO) .....	151
<b>CAPÍTULO 5 - COMPARAÇÃO ENTRE O “ANTES” E O “DEPOIS” DA IMPLEMENTAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE P+L .....</b>	<b>153</b>
5.1. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DO TAMANHO DO PAPELÃO ONDULADO .....	154
5.2. OPORTUNIDADE DO TARUGO DA BOBINA DE PLÁSTICO ENCOLHÍVEL .....	157
5.3. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DA FITA PLÁSTICA RÍGIDA NA EMBALAGEM DE PAINÉIS E PORTAS .....	159
5.4. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DA SOBRA DE MADEIRA DE PINUS NA MULTILÂMINA E NO TRAÇADOR .....	162
5.5. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DA ÁGUA GASTA NA PAINELARIA .....	169
5.6. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DO LODO DA ETEI DA PAINELARIA .....	173
5.7. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DO TUBO DE AÇO NO PISO ELEVADO.....	176
5.8. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DA CHAPA DE AÇO NO PISO ELEVADO.....	178
5.9. OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO DA MASSA DE CIMENTO LANÇADA NA ETEI DO PISO ELEVADO .....	179
5.10. RESULTADOS CONSOLIDADOS POR SETOR .....	179
5.11. RESULTADOS SINTETIZADOS GERAIS .....	183
<b>CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES .....</b>	<b>185</b>
6.1. OUTRAS FORMAS DE UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DA P+L.....	189
6.2. PROPOSTAS PARA SE OBTER MAIS ADESÃO E SUCESSO COM A METODOLOGIA DA P+L....	192
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>201</b>



# LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.1.</b> Níveis de Atuação da Produção mais Limpa .....	<b>31</b>
<b>Figura 2.1.</b> As inter-relações dos atores e interesses envolvidos na motivação da implementação de P+L nas empresas.....	<b>40</b>
<b>Figura 2.2.</b> Fluxograma Geral de um Processo Produtivo .....	<b>50</b>
<b>Figura 2.3.</b> Os Cinco Elementos de um Processo.....	<b>60</b>
<b>Figura 2.4.</b> Elementos do Processo para Oportunidades de P+L .....	<b>62</b>
<b>Figura 3.1.</b> Fluxograma qualitativo geral simplificado do setor de piso elevado.....	<b>89</b>
<b>Figura 3.2.</b> Fluxograma qualitativo geral simplificado do setor de painelaria.....	<b>90</b>
<b>Figura 3.3.</b> Pilha de painel ou porta embalado pronto para venda .....	<b>93</b>
<b>Figura 3.4.</b> Pilha de painel ou porta embalado pronto para venda .....	<b>93</b>
<b>Figura 3.5.</b> Embaladeira de painel e porta (setor da painelaria).....	<b>99</b>
<b>Figura 3.6.</b> Fita plástica rígida preta descartada na caçamba (imagem maior) e no tambor de lixo (imagem menor) das instalações da empresa .....	<b>101</b>
<b>Figura 3.7.</b> Chapa Duratex embalada (fita plástica rígida preta circulada em verde) .....	<b>101</b>
<b>Figura 3.8.</b> Aglomerado e compensado embalado (fita plástica rígida preta circulada em verde) .....	<b>102</b>
<b>Figura 3.9.</b> Etapa de montagem dos quadros (confeccionados com requadros de madeira de pinus) utilizados na montagem de painéis e portas .....	<b>104</b>
<b>Figura 3.10.</b> Etapa do corte (transversal) da tábua de pinus no equipamento traçador (imagem maior) e detalhe das pontas de tábua geradas em um tambor (imagem menor) .....	<b>104</b>
<b>Figura 3.11.</b> Etapa do corte (longitudinal) da tábua de pinus no equipamento multilâmina para a produção de requadros.....	<b>105</b>
<b>Figura 3.12.</b> Cepilho de madeira armazenado para descarte.....	<b>105</b>
<b>Figura 3.13.</b> Limpeza da coladeira com mangueira (água com pouca pressão).....	<b>109</b>
<b>Figura 3.14.</b> Imagem do piso elevado sendo montado e suas peças constituintes: longarina (a), cruzeta (b), base da cruzeta (c) e placa do piso elevado (d).....	<b>115</b>
<b>Figura 3.15.</b> Etapa do corte (transversal) dos tubos de aço no equipamento serra de fita (imagem maior) e detalhe das pontas de tubo de aço geradas em um tambor (imagem menor).....	<b>115</b>
<b>Figura 3.16.</b> Chapas de aço, no formato de folha retangular, empilhadas.....	<b>116</b>
<b>Figura 3.17.</b> Tiras de chapa de aço cortadas, empilhadas, para a produção das chapas quadradas a serem estampadas, utilizadas na fabricação de cruzetas ou bases da cruzeta.....	<b>117</b>
<b>Figura 3.18.</b> Três bobinas de chapa de aço armazenadas empilhadas uma sobre a outra .....	<b>118</b>

<b>Figura 3.19.</b> Chapa de aço desenhada, antes de ser cortada, para demonstração do seu aproveitamento após processamento. Desenhou-se 12 tiras de chapa de aço que seriam produzidas, mais os resíduos que seriam gerados, após o processamento na guilhotina (área hachurada na horizontal) e na prensa Jundiaí (área hachurada na vertical). .....	<b>119</b>
<b>Figura 3.20.</b> Etapa de enchimento das placas do piso elevado (detalhe dos dois furos por placa na imagem menor) .....	<b>121</b>
<b>Figura 4.1.</b> Prateleiras para armazenagem dos tarugos de papelão residuais .....	<b>126</b>
<b>Figura 4.2.</b> Detalhe do conjunto de cinco serras na multilâmina .....	<b>130</b>
<b>Figura 4.3.</b> Limpeza da coladeira com máquina de alta pressão .....	<b>138</b>
<b>Figura 4.4.</b> Estação de Tratamento de Efluentes Industriais “antes” da implementação da oportunidade de P+L .....	<b>138</b>
<b>Figura 4.5.</b> Estação de Tratamento de Efluentes Industriais “depois” da implementação da oportunidade de P+L .....	<b>139</b>
<b>Figura 4.6.</b> Detalhe de um desbobinador motorizado de chapa de aço (imagem do lado oposto ao motor).....	<b>147</b>
<b>Figura 4.7.</b> Equipamento dosador de cimento em funcionamento .....	<b>151</b>
<b>Figura 5.1.</b> Balanço de material da oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado – antes de P+L .....	<b>155</b>
<b>Figura 5.2.</b> Balanço de material da oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado – depois de P+L.....	<b>155</b>
<b>Figura 5.3.</b> Balanço de material da oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível – antes de P+L.....	<b>157</b>
<b>Figura 5.4.</b> Balanço de material da oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível – depois de P+L .....	<b>157</b>
<b>Figura 5.5.</b> Balanço de material da oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas – antes de P+L .....	<b>160</b>
<b>Figura 5.6.</b> Balanço de material da oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas – depois de P+L.....	<b>160</b>
<b>Figura 5.7.</b> Balanço de material da oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador – antes de P+L.....	<b>163</b>
<b>Figura 5.8.</b> Balanço de material da oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador – depois de P+L.....	<b>163</b>
<b>Figura 5.9.</b> Balanço de material da oportunidade de redução da água gasta na painelaria – antes de P+L.....	<b>170</b>
<b>Figura 5.10.</b> Balanço de material da oportunidade de redução da água gasta na painelaria - depois de P+L.....	<b>171</b>

<b>Figura 5.11.</b> Balanço de material da oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria – antes de P+L .....	<b>174</b>
<b>Figura 5.12.</b> Balanço de material da oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria – depois de P+L .....	<b>174</b>
<b>Figura 5.13.</b> Balanço de material da oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado – antes de P+L .....	<b>177</b>
<b>Figura 5.14.</b> Balanço de material da oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado – depois de P+L .....	<b>177</b>

# LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 3.1.</b> Balanço geral de materiais para a produção de painéis e portas, projetada para o ano 2010, “antes” da implementação de P+L .....	<b>95</b>
<b>Tabela 3.2.</b> Balanço geral de material para a produção de pisos elevados, projetada para o ano de 2010, “antes” da implementação de P+L .....	<b>96</b>

# LISTA DE QUADROS

---

<b>Quadro 2.1.</b> Barreiras à implantação de P+L .....	<b>45</b>
<b>Quadro 2.2.</b> Folha de Trabalho para o Balanço de Material .....	<b>59</b>
<b>Quadro 2.3.</b> Causas de perda de material e energia, segundo P+L .....	<b>61</b>
<b>Quadro 2.4.</b> Planilha Modelo de Cálculo de Fluxo de Caixa Incremental .....	<b>71</b>
<b>Quadro 4.1.</b> Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas .....	<b>128</b>
<b>Quadro 4.2.</b> Planilha demonstrativa das quantidades adquiridas de tábuas de madeirade pinus ..	<b>132</b>
<b>Quadro 4.3.</b> Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade de educação sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador .....	<b>133</b>
<b>Quadro 4.4.</b> Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade de redução da água gasta na painelaria .....	<b>137</b>
<b>Quadro 4.5.</b> Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade da redução do lodo da ETEI da painelaria .....	<b>141</b>
<b>Quadro 4.6.</b> Planilha das variáveis utilizadas para o estudo de viabilidade econômica do equipamento “Desbobinador Motorizado” .....	<b>145</b>
<b>Quadro 4.7.</b> Planilhas de estudo de viabilidade econômica do equipamento “Desbobinador Motorizado” .....	<b>146</b>
<b>Quadro 4.8.</b> Planilha das variáveis utilizadas para o estudo de viabilidade econômica do equipamento “Dosador de Mistura de Cimento” .....	<b>149</b>
<b>Quadro 4.9.</b> Planilhas de estudo de viabilidade econômica do equipamento “Dosador de Mistura de Cimento” .....	<b>150</b>
<b>Quadro 5.1.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade da redução do tamanho do papelão ondulado .....	<b>156</b>
<b>Quadro 5.2.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível .....	<b>158</b>
<b>Quadro 5.3.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a venda dos tarugos para o próprio fabricante de plástico encolhível, projetada para o ano de 2010 .....	<b>158</b>
<b>Quadro 5.4.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas .....	<b>161</b>
<b>Quadro 5.5.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e traçador .....	<b>164</b>

<b>Quadro 5.6.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução da água gasta na painelaria.....	<b>172</b>
<b>Quadro 5.7.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria.....	<b>175</b>
<b>Quadro 5.8.</b> Planilha de cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado .....	<b>178</b>
<b>Quadro 5.9.</b> Planilha de cálculo global dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com as seis oportunidade implementadas no setor da painelaria .....	<b>180</b>
<b>Quadro 5.10.</b> Planilha de cálculo global dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com as oportunidade implementadas no setor de piso elevado .....	<b>181</b>
<b>Quadro 5.11.</b> Síntese de resultados das nove oportunidades de P+L implantadas nos setores da painelaria e piso elevado .....	<b>184</b>
<b>Quadro 6.1.</b> Planilha demonstrativa das oportunidades estudadas <i>versus</i> elementos de processo produtivo envolvidos.....	<b>186</b>

# LISTA DE EQUAÇÕES

---

<b>Equação 2.1.</b> Equação simplificada do Princípio de Conservação de Massas .....	<b>54</b>
<b>Equação 2.2.</b> Equação para Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL).....	<b>70</b>
<b>Equação 2.3.</b> Equação para Cálculo da taxa Interna de Retorno.....	<b>72</b>

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

- P+L** – Produção mais Limpa
- PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- UNIDO** – United Nations Industrial Development Organization
- UNEP** – United Nations Environment Programme
- PIB** – Produto Interno Bruto
- WWF** – World Wildlife Fund
- USEPA** – United States Environmental Protection Agency
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- CITES** – Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
- CMMAD** – Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento
- IPCC** – Intergovernmental Panel on Climate Change
- ONGs** – Organizações Não Governamentais
- WBCSD** – World Business Council for Sustainable Development
- ISO** – International Organization for standardization
- PCBs** – Polychlorinated biphenyls
- °C – Grau Celsius
- SGAs** – Sistemas de Gestão Ambiental
- NCPC** – National Cleaner Production Centre
- CNTL** – Centro Nacional de Tecnologias Limpas
- ECOPROFIT** – Ecological Project for Integrated Environmental Technologies
- P2** – Pollution Prevention
- BPML** – Rede Brasileira de Produção Mais Limpa
- SEBRAE** – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- SENAI.RS** – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul
- CEBDS** – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
- FIEMG** – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
- FIESP** – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
- UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- FEAM** – Fundação Estadual do Meio Ambiente
- UNEP** – United Nations Environment Programme
- VPL** – Valor Presente Líquido
- TIR** – Taxa Interna de Retorno
- COPAM** – Conselho Estadual de Política Ambiental



**SEMAD** – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

**FHNW** – University of Applied Sciences Northwestern Switzerland

**CEPIS** – Centro de Produção Industrial Sustentável

**ETEI** – Estação de Tratamento de Efluentes Industriais

**pH** – Potencial Hidrogeniônico

**IGAM** – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ICMS** – Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação

**PIS** – Programa de Integração Social

**COFINS** – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

**FSC** – Forest Stewardship Council

**CO<sub>2</sub>-equivalente** – Dióxido de carbono equivalente

**GEEs** – Gases de efeito estufa

**SMEs** – Small and medium enterprises

# RESUMO

---

Este trabalho foi desenvolvido com base na aplicação dos conceitos e da metodologia de Produção mais Limpa – P+L em uma indústria, como uma ferramenta gerencial disponível para se alcançar a ecoeficiência nas empresas e se obter benefícios ambientais associados aos ganhos econômicos, que permitiram comprovar sua viabilidade e servir de motivação para futuras iniciativas nesse sentido em outras empresas. Baseado na implantação da P+L em uma indústria do setor moveleiro – Mod Line Soluções Corporativas Ltda –, instalada no município de Contagem, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, promoveu-se, em dois setores produtivos dessa empresa, uma auditoria de geração de resíduos e de efluentes, utilizando-se ferramentas de avaliação de fluxos de material e água, para subsidiar a identificação, a avaliação e a implantação de nove oportunidades de P+L, de caráter preventivo, que resultaram na minimização da geração de resíduos e de efluentes e, conseqüentemente, na diminuição do fluxo de entrada de matérias-primas, insumos e água. Ao longo deste estudo também foram identificadas e discutidas as barreiras encontradas para a implantação da P+L, e a forma como foram transpostas. A implantação das nove oportunidades da P+L proporcionou para a empresa uma economia anual de cerca de R\$172.000,00, obtida com a minimização da geração de resíduos sólidos e da emissão de efluentes líquidos, em quantidades equivalentes a 374.000,00kg e 200.000,00L, respectivamente, somadas à redução do consumo anual de 381.000,00kg de matérias-primas e de 200.000,00L de água, ou seja, à minimização de perdas de processo. Além desses resultados, alcançou-se, conforme explicado ao longo do trabalho, um nível maior de conscientização ambiental dos empregados e da Alta Direção da empresa, o que, se julga, contribuirá para a manutenção das práticas de P+L no desenvolvimento das atividades cotidianas dos operadores e para incentivar sua extensão à toda planta industrial.

**Palavras chave:** Produção mais Limpa (P+L). Uso racional de água. Resíduos sólidos. Ecoeficiência. Balanço de materiais.

# ABSTRACT

---

This work was developed based on the application of concepts and methodology of Cleaner Production – CP in an industry, as a management tool available for achieving eco-efficiency in business and obtain environmental benefits associated with economic gains, that allowed to prove their viability and serve as motivation for future initiatives in this sense in other companies. Based on the deployment of CP in an industry of the furniture sector - Mod Line Soluções Corporativas Ltda -, installed in the municipality of Contagem, metropolitan Region of Belo Horizonte, an audit generation of waste and effluent was promoted, in two productive sectors of the company, using tools for assessing material flows and water to support the identification, evaluation and deployment of nine opportunities of CP, of preventive character, which resulted in minimization of the generation of waste and effluent and, consequently, in decrease of the inflow of raw materials, inputs and water. Throughout this study, barriers encountered in the implementation of CP and how they were transposed, were also identified and discussed. The deployment of nine opportunities of CP provided for undertaking an annual savings of about R\$ 172,000.00, obtained by minimization of the generation of solid waste and wastewater emissions, in amounts equivalent to 374,000.00 kg and 200,000.00 L, respectively, added to reduce the annual consumption of 381,000.00 kg of raw materials and 200,000.00 L of water; ie, the minimization of process losses. Besides these results, a higher level of environmental awareness for employees and top management of the company was achieved, as explained throughout the paper, which will contribute to the maintenance of the CP practices in the development of daily activities of operators and to encourage its extension to the whole industrial plant.

Keywords: Cleaner Production (CP). Rational use of water. Solid waste. Eco-efficiency. Material balance.

# INTRODUÇÃO

---

*Somos hóspedes, e não senhores, da natureza e temos que desenvolver um novo paradigma para o desenvolvimento e resolução de conflitos, com base nos custos e benefícios para todos os povos comprometidos com os limites da própria natureza e não com os limites da tecnologia e do consumismo. Logo que indivíduos, empresas e governos se tornarem defensores da sustentabilidade, uma transformação global, tão importante quanto a Revolução Industrial, será desencadeada. A energia virá das mesmas fontes renováveis que sustentam toda a vida, e não de estoques finitos e poluentes. A produção imitará o ciclo natural do nascimento, morte e renascimento, sem resíduos lançando sua imensa e feia sombra sobre cidades e fábricas. E os recursos naturais serão reconhecidos pelas suas contribuições aos sistemas de vida do planeta, e não simplesmente por seu valor como bens econômicos. (RENNER et al., 2005).*

O trecho acima contém, em sua mensagem, um sentimento de urgência, compartilhado por parte considerável da sociedade mundial, em relação à transformação do modelo de desenvolvimento socioeconômico contemporâneo. Assim, é esperado que as Nações Mundiais devam empenhar-se para promover a mudança do paradigma desenvolvimentista, buscando o Desenvolvimento Sustentável, que compreende, em seu bojo, um desenvolvimento que seja economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente equilibrado. Somente haverá Desenvolvimento Sustentável, quando a iniciativa privada, o estado e a sociedade civil caminharem unidos na busca desse bem comum. O setor produtivo, principalmente o privado, deve ser líder nessa ação empreendedora, implementando em seu planejamento estratégico ferramentas e sistemas de gestão ambiental e políticas de responsabilidade social, de forma perene, envolvendo todos os setores com que a empresa se relaciona como os empregados, os clientes, os fornecedores e o setor público, a fim de influenciar positivamente os atores e a economia com os quais possui vínculo.

No intuito de escolher um tema da área ambiental para o desenvolvimento deste trabalho de dissertação que contribuísse com a busca pelo Desenvolvimento Sustentável, optou-se por um tema de aplicação prática nos setores produtivos, reconhecendo-se que a fundamentação teórica, aliada à aplicação prática das idéias, é fundamental para a evolução do conhecimento científico e das sociedades.

O trabalho proposto visa apresentar e determinar, com base na aplicação da Metodologia da Produção mais Limpa – P+L, as possibilidades de redução do impacto ambiental negativo resultante das atividades produtivas da indústria ***Mod Line Soluções Corporativas Ltda***, instalada no município de Contagem, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, analisando-se a sistemática da metodologia *per si*, bem como os resultados ambientais, econômicos e sociais relativos à saúde e segurança ambiental alcançados com a sua implementação. Com base nisso, este trabalho priorizou as análises referentes ao consumo de matéria-prima e de água e à geração de resíduos e efluentes das atividades desta empresa.

Apesar do crescente número de pesquisas acadêmicas e empresariais, relacionadas à preservação e à conservação do meio ambiente, são escassos os temas ambientais relacionados à prevenção, ao reuso e à minimização da geração de resíduos e efluentes, objeto deste estudo, envolvendo os setores produtivos das empresas.

Uma definição sintética para a metodologia de P+L é a seguinte: *“P+L é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. A P+L pode ser aplicada aos processos utilizados em qualquer setor econômico, nos próprios produtos e nos serviços oferecidos na sociedade”* (CETESB; UNEP, 2002). A P+L não nega o crescimento econômico, mas limita-se a insistir que o crescimento seja ambientalmente sustentável. Ela refere-se a uma ideia ou pensamento filosófico de como bens e serviços são produzidos com impacto ambiental mínimo nos atuais limites tecnológicos e econômicos. Não deve ser considerada apenas como uma estratégia ambiental, pois ela também diz respeito às considerações econômicas. Neste contexto, os resíduos são considerados como um "produto" com valor econômico negativo. Cada ação para reduzir o consumo de matérias-primas, água e energia, bem como para prevenir ou reduzir a geração de resíduos, pode aumentar a produtividade e trazer benefícios financeiros às empresas.

O objetivo geral deste trabalho de dissertação é apresentar e analisar a implementação da metodologia de P+L, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA<sup>1</sup> e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – UNIDO, no processo fabril de alguns setores da empresa Mod Line Soluções Corporativas Ltda.

---

<sup>1</sup> A sigla PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente possui a sigla UNEP – United Nations Environment Programme como a sua correspondente da língua inglesa.

Os objetivos específicos são: (a) identificar oportunidades de P+L relacionadas com a redução do consumo de matérias-primas, de insumos e água e da geração de resíduos e efluentes; (b) estimar os benefícios ambientais, econômicos e sociais (saúde e segurança ambiental) obtidos com a implementação das oportunidades de P+L; (c) identificar as possíveis barreiras para a implementação da metodologia de P+L nos setores implementados; (d) elaborar um diagnóstico ambiental da indústria objeto do estudo; (e) comparar os resultados obtidos no presente trabalho com resultados obtidos em outros trabalhos de mesma metodologia ou de metodologia semelhante.

Além desta Introdução que justifica e contextualiza o tema ambiental pesquisado, destaca os objetivos do trabalho desenvolvido e enumera e sintetiza o conteúdo dos capítulos subseqüentes, estruturou-se esta dissertação em mais cinco capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a evolução histórica de temas ambientais, com ênfase na interação do ser humano e o meio ambiente, desde o surgimento dos primeiros hominídeos (ancestrais do homem moderno que habitaram a África há dois milhões de anos atrás) até os dias atuais e a conseqüente elaboração da proposta do Desenvolvimento Sustentável e sua efetiva implementação com auxílio da ecoeficiência. Situa a metodologia de P+L entre as ferramentas utilizadas na busca pela ecoeficiência, por parte das empresas, conceituando-a e discorrendo sobre suas várias formas de disponibilização no mundo e no Brasil, além de descrever sobre algumas metodologias correlatas.

O Capítulo 2 apresenta um manual de implementação de P+L elaborado a partir da síntese e compilação de cinco manuais da “Série Manuais de Produção Mais Limpa”. Este manual servirá de apoio ou sustentação para este trabalho de pesquisa, como uma fonte comparativa entre a descrição dos procedimentos de implementação da metodologia de P+L, em fases e passos, e o que foi efetivamente realizado durante a implantação da metodologia e das oportunidades identificadas na empresa.

Os Capítulos 3 e 4 tratam do estudo de caso propriamente dito. No Capítulo 3, inicialmente, está apresentada a empresa – Mod Line Soluções Corporativas Ltda – e, na seqüência, estão descritos os procedimentos adotados durante a implementação da metodologia de P+L nas instalações industriais, destacando-se as oportunidades de P+L encontradas. As fases abordadas neste capítulo correspondem às três primeiras fases das cinco previstas na metodologia de P+L proposta pelo PNUMA/UNIDO, quais sejam: **Planejamento e Organização, Pré-Avaliação e Avaliação**. No Capítulo 4 estão descritos os procedimentos adotados durante a implementação das oportunidades de P+L,

correspondendo às duas últimas das cinco fases previstas na metodologia adotadas como referência: **Estudo de Viabilidade e Implementação.**

No Capítulo 5 são apresentados os resultado da comparação entre “o antes e depois” da implementação das oportunidades de P+L na empresa. Além disso, apresentam-se os balanços de material, utilizados nos estudos de fontes e causas de geração de resíduos e efluentes, relativos a cada uma das oportunidades de P+L, e discutem-se as vantagens ambientais e econômicas alcançadas.

O Capítulo 6 contém as discussões finais e as conclusões do trabalho de dissertação.

# CAPÍTULO 1

## A EVOLUÇÃO DOS TEMAS AMBIENTAIS E A PROPOSTA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

---

### 1.1. – Dos Ancestrais dos Seres Humanos à Difusão da Metodologia da Produção mais Limpa como Ferramenta para se Alcançar o Desenvolvimento Sustentável

#### O Surgimento dos Seres Humanos e sua Vida Nômade

*Há dois milhões de anos, eles viviam na África e eram poucos. [...] Alimentavam-se principalmente de frutas, nozes, sementes e outras plantas comestíveis, mas começavam a consumir carne. Seus implementos eram primitivos. [...] Não se sabe se construía abrigos feitos de arbustos e de pedaços de pau para se protegerem do vento frio no inverno. Não há dúvida de que alguns moravam em cavernas... [...] Para viver do que a terra oferecia, precisavam fazer longas caminhadas a lugares onde sementes e frutas pudessem ser encontradas. Sua dieta era resultado de uma série de descobertas, feitas ao longo de milhares de anos. Uma das mais importantes estava em saber se uma planta, aparentemente comestível, não era venenosa; explorando novos lugares à procura de novos alimentos em tempos de seca e carestia, alguns devem ter morrido por envenenamento (BLAINEY, 2008).*

#### A Vida Seminômade dos Seres Humanos

*No mundo inteiro, as pessoas viviam uma vida seminômade. Cada pequeno grupo de pessoas, raramente chegando a 20, ocupava um grande território. No decorrer de um ano, mudavam sistematicamente de lugar, sem carregar nenhum pertence e fazendo uso da variedade dos alimentos ali, um ninho de ovos de pássaros mais adiante, uma noz que amadurecia acolá. Desde que a população fosse pequena e os recursos naturais fossem muitos, as pessoas viviam em relativa abundância. É possível que, às vezes, vários grupos se encontrassem a cada ano em lugares com fartura de alimentos, mas as grandes reuniões devem ter sido uma raridade. No mundo inteiro, é possível que em nenhuma época antes de 20.000 a.C., mais de 500 pessoas tenham se reunido em um mesmo local. Até mesmo suas reuniões deviam ser temporárias. Como não cultivavam e não criavam animais, não podiam prover com alimentos uma grande reunião de pessoas por muito tempo (BLAINEY, 2008).*



## **Os Seres Humanos tornam-se Sedentários**

*Na Síria e na Palestina, logo após os mares terem chegado a seu novo nível, uma pequena revolução parecia estar começando. Ao contrário da bem conhecida revolução industrial, ela foi incrivelmente lenta, e a força de seu impacto não seria sentida durante milhares de anos. Mas a vida humana tomara um rumo do qual não havia como escapar. O vilarejo de Jericó era a vitrine da revolução por volta de 8000 a.C. Consistia de pequenas casas de tijolos de barro, lá cultivando trigo e cevada em minúsculos pedaços de terra. Esses cereais, que originalmente cresciam a ermo, foram selecionados para cultivo porque seus grãos eram grandes em comparação aos outros cereais silvestres e um grão maior era mais fácil de colher e de moer, sendo transformado em farinha integral rudimentar. [...] Nas pequenas fazendas e plantações, o trabalho diário tinha de seguir uma programação mais rígida que nos dias de vida nômade. Se era hora de capinar, de cavar ou de semear, a oportunidade tinha de ser aproveitada – ou poderia ser perdida. A nova forma de vida exigia uma disciplina e uma sucessão de obrigações que contrastavam com a liberdade dos homens coletores e caçadores. [...] Enquanto todo nômade passava a maior parte do dia na colheita e na caça de alimentos, a nova ordem criava especialistas, como fabricante de tijolos, pedreiros, padeiros, fabricantes de cerveja, oleiros, tecelões, alfaiates e costureiras, soldados, sapateiros, escavadores de valas de irrigação, cuidadores de celeiros e obviamente, fazendeiros e pastores de rebanhos. [...] Os novos especialistas moravam em vilarejos, e os maiores desses vilarejos tornaram-se cidades; as cidades teriam sido inviáveis sem o desenvolvimento da lavoura (BLAINEY, 2008).*

## **O Surgimento das Primeiras Grandes Cidades**

*Em 312 a.C., engenheiros romanos começaram a construir a primeira de suas artérias, a Via Apia, que ia desde Roma ao porto de Tarento, no sul da costa italiana... [...] Todos os caminhos realmente levavam a Roma e cresceram em uma proporção quase incontrolável. Provavelmente, foi a primeira cidade do mundo, embora a China também tivesse grandes cidades, a ter uma população de quase um milhão de habitantes. [...] As ruas de Roma, pavimentadas com pedra, ficavam abarrotadas de veículos de roda e de gente, muitos chegando das terras aráveis italianas e outros chegando como prisioneiros da última guerra. A cidade em expansão dependia de aquedutos, e as pontes de grandes arcos transportavam das colinas o fluxo contínuo de água que abastecia os banhos públicos e os potes e jarros de água em inúmeras casas, eliminando também o esgoto ali produzido (BLAINEY, 2008).*

## **A Pressão das Cidades sobre o Meio Ambiente**

*As casas na Ásia, na Europa e na África eram das mais simples: a maioria delas seria hoje chamada de barracos. Nas cidades grandes, muitas pessoas vivendo juntas num único cômodo geravam calor. Mesmo se houvessem um fogo aceso nesse cômodo nos períodos críticos do inverno, ele geraria calor*

*insuficiente, em parte, porque a lenha tinha de ser usada moderadamente. [...] Lenha barata no ano de 1500 era mais fundamental para as casas comuns do que óleo barato no ano 2000. [...] Na china, na Índia e na Europa, em qualquer lugar onde a população fosse numerosa, a pressão sobre as florestas era enorme. As indústrias de mineração de sal e de metais eram devoradoras de florestas inteiras. Um trabalho em ferro de grandes proporções poderia facilmente usar 2 mil hectares de floresta em um ano. [...] Quando a lenha se tornou escassa, substitutos engenhosos foram testados. A palha de cana-de-açúcar era queimada no Egito, o esterco de vaca era queimado na Índia, e as cascas de azeitona amassadas eram queimadas em algumas ilhas gregas. O carvão como alternativa para a madeira, demorou a entrar na competição. No norte da China, onde as florestas haviam quase desaparecido em algumas regiões, o carvão era usado até mesmo para cozinhar alimentos. [...]...cada vez mais carvão era embarcado para Londres, fazendo dessa grande cidade talvez a primeira do mundo a usar carvão em larga escala, fosse no fogão das cozinhas ou nas fábricas. [...] Havia limites, em quase todos os lugares, sobre as cidades que cresciam além de um determinado tamanho. Uma cidade não podia crescer muito porque não conseguia assegurar em seus bairros os alimentos e a lenha de que precisava. Uma cidade de, por exemplo, 30 mil habitantes precisava de 600 mil carroças de lenha a cada semana. No mesmo espaço de tempo a cidade precisava de outras 200 cargas de grãos (BLAINEY, 2008).*

## **A Revolução Industrial**

*Entre 1750 e 1850, porém, surgiram sinais de uma mudança drástica. A Inglaterra, em especial, mostrou sinais de um salto para frente. [...] A prosperidade aumentava não por causa de uma sequência de sorte de verões quentes e safras fartas, mas por causa da aplicação da engenhosidade no trabalho diário em todas as suas formas, no mar e em terra, nas fazendas e nas fábricas. [...] Quando os fazendeiros dominavam a arte de criar rebanhos e de manter a fertilidade do solo, as pequenas fazendas começaram a produzir mais alimentos do que nunca. E se o transporte foi melhorando pelos canais e estradas mais resistentes e, mais tarde, pelas ferrovias e barcos a vapor, cada distrito ou cada país se especializou no tipo de atividade econômica que melhor lhe cabia e começou a trocar seus produtos por outros [...] No norte da Inglaterra, especialmente a partir da década de 1780, surgiram cidades industriais cheias de máquinas engenhosas que fiavam e teciam lã ou algodão. Os visitantes de outros países se maravilhavam com o vigor de Manchester, Leeds, Birmingham e das novas cidades industriais, mas se espantaram ao visitar as minas e fábricas e constatar o número de crianças que ali trabalhavam. [...] A nova fábrica, ao contrário dos trabalhos rurais, tais como cuidar dos gansos e ordenhar as vacas, era um tirano incansável que exigia a atenção das crianças o dia inteiro, mesmo quando estavam a ponto de adormecer por exaustão (BLAINEY, 2008).*

## **O Fenômeno da Urbanização e Crescimento Populacional**

*Em toda a Europa, a maior parte das cidades cresceu e várias se tornaram tão grandes quanto as maiores da China. [...] A maior parte desse aumento na população da Europa ocidental se concentrou nas cidades. Em 1800, a população de Londres havia passado de um milhão. Em 1860, estava em três milhões, com certeza, a maior cidade que o mundo havia conhecido. No início do novo século, de acordo com alguns cálculos, Londres beirava a casa de 10 milhões de pessoas, que consumiam trigo, manteiga, geléia, bacon, carne de carneiro e maçãs, que vinham não só das fazendas inglesas, mas de terras distantes, em navios cargueiros. [...] Em 1600, a Europa tinha somente 13 cidades com mais de 100 mil habitantes. Em 1900, esse número chegava a 143. [...] As cidades que cresciam eram sujas, e a maioria das casas eram pequenas. Em 1850, mesmo em algumas das melhores cidades, a maioria das casas não tinha acesso à água corrente limpa. Cidades grandes geralmente surgiam ao longo de um rio, e a água para cozinhar e lavar era retirada desse mesmo rio poluído ou de poços vizinhos. A maioria das pessoas tinha de carregar a água até suas casas em baldes ou caçambas de madeira. Como a água era escassa, a lavagem de roupas era pouco freqüente. Por outro lado, a lavagem do corpo nu supostamente fazia escoar os óleos essenciais e, assim, as doenças ganhavam uma fácil porta de entrada ao corpo. O esgoto achava seu caminho até os rios e, correnteza abaixo, poluía a água usada pela próxima cidade. As infecções, que traziam a morte, eram espalhadas pelo saneamento precário (BLAINEY, 2008).*

## **O Advento dos Combustíveis Fósseis**

*A geografia promoveu a ascensão do noroeste da Europa de outra forma. Essa região fria, com seus longos invernos, era uma grande consumidora de combustível. Como a Inglaterra, a Bélgica e outras partes da região começaram a ficar sem o fornecimento barato de lenha, voltaram-se para as jazidas rasas de carvão situadas na costa. Aconteceu que essa região era maravilhosamente abundante em carvão em comparação com a Itália, a Grécia, o Egito, o crescente fértil e todas as terras do leste do Mediterrâneo e do Golfo Pérsico. Com o tempo, a exploração do carvão levou, embora não automaticamente, à máquina a vapor e ao alto-forno de combustão de carvão. A máquina a vapor foi o agente mais poderoso da globalização até então vivida, pois levou direta e indiretamente aos motores dos carros e das aeronaves e à era do gás e do óleo (BLAINEY, 2008).*

## **A Pressão do Crescimento Populacional e Tecnológico sobre o Meio Ambiente**

*As cidades refletem a crescente população mundial. Observadores no século 20, mais do que qualquer outro século, falavam com medo sobre a superpopulação mundial... [...] Pelo que se sabe, o mundo na época de Cristo não tinha uma população que excedesse os 300 milhões. Em essência, a*

*população dessa época equivalia à dos atuais Estados Unidos. No ano de 1750, o mundo tinha talvez 800 milhões de habitantes, bem menos que a atual população da China. A população mundial passou de um bilhão por volta de 1800, duplicando-se nos 125 anos seguintes. O aumento mais notável aconteceu entre 1927 e 1974, quando dobrou para aproximadamente quatro bilhões de pessoas. Nos 25 anos seguintes, outros dois bilhões surgiram. Mais pessoas foram acrescentadas à população mundial somente na década de 1990 do que em toda a história que ia desde as origens dos humanos ao nascimento da revolução industrial, na Inglaterra. A natureza era agora vista como uma velha e querida aliada, a ser protegida contra uma população crescente e uma tecnologia poderosa, mas, durante muito tempo, havia sido vista como inimiga e amiga ao mesmo tempo. [...] A peste negra matou mais europeus do que a Primeira Guerra Mundial seis séculos mais tarde. Em alguns séculos, milhões de vidas foram eliminadas por ciclones, maremotos, terremotos e a erupção de vulcões. Nas décadas da era moderna, entretanto, a tecnologia humana foi vista como mais devastadora que a extravagante natureza (BLAINEY, 2008).*

Os textos acima são fragmentos retirados do livro “Uma Breve História do Mundo”, escrito pelo historiador Geoffrey Blainey (2008). Funcionando como pequenos retratos da época, a idéia é ilustrar alguns momentos históricos importantes na interação do homem com o meio ambiente. A cada fragmento atribuiu-se um título, sintetizando o contexto histórico do período descrito.

A história do homem na Terra é a história do seu rompimento constante com o meio ambiente (SANTOS, 1994).

Há aproximadamente dois milhões de anos, os seres humanos viviam em estreita harmonia com o meio ambiente, submetendo danos mínimos a ele. Da coleta de alimentos e da caça passaram, após alguns milhares de anos, a um modo de vida radicalmente diferente, alterando o ecossistema natural, chegando à agricultura com seu cultivo do solo para a produção de vegetais e a criação de animais úteis ao ser humano. O meio ambiente foi sujeitado a uma tensão crescente e contínua com o incremento da agricultura e seus efeitos gerados – os povoamentos assentados e o crescimento contínuo da população (PONTING, 1995).

O homem foi nômade e seminômade na maior parte da sua existência na Terra. Compreendendo-se toda a história da existência dos seres humanos no planeta, apenas há pouco tempo, não mais que 10.000 anos, os humanos tornaram-se sedentários e começaram a conviver socialmente em agrupamentos maiores. O advento propulsor dessa grande transição na história humana, o surgimento de vilas e pequenas cidades, foi a possibilidade do cultivo de essências vegetais alimentícias e a domesticação de animais, por meio da abertura de áreas de pastagens, para o fornecimento de carne, leite, couro e lã.

Dias (2008) relata que, com o advento da agricultura e a melhoria de suas técnicas e métodos de produção, houve um excedente de alimentos, o que permitiu que se aumentasse a complexidade das funções laborais que existiam. Surgiram ofícios não diretamente ligados à agricultura, aumentando a divisão do trabalho. Com o aumento da complexidade das sociedades, cresceu a necessidade de cooperação continuada de numerosas pessoas para um fim específico: a manutenção e a melhoria da qualidade de vida.

A visão desse novo homem social em relação à natureza foi passando, com a necessidade cada vez maior de alimentos, roupas, materiais de construção, ferramentas e utensílios domésticos, de uma visão de um ser interligado ao meio ambiente à de um ser externo a ela. Assim, o homem passou a encarar a natureza com uma visão utilitarista, ou seja, como uma fonte inesgotável de recursos naturais para a produção dos materiais e o desenvolvimento das diversas atividades demandadas pelos núcleos urbanos crescentes, e ainda, como um grande depósito para os dejetos gerados.

Por volta do ano 1750, com o início da Revolução Industrial, originou-se o capitalismo moderno expandindo extraordinariamente as possibilidades de desenvolvimento material da humanidade. Durante toda a história do homem na Terra, nunca se destruiu tanto a natureza quanto a partir de meados do século XVIII (HAWKEN *et al.*, 1999).

A destruição do meio ambiente é resultante de um modelo de desenvolvimento econômico equivocado que focalizava no passado, e ainda focaliza no presente, o crescimento econômico que não considera as questões sociais e ambientais. Esse modelo desenvolvimentista, de atividades e de setores produtivos que não se atentam para as questões socioambientais, promove uma apropriação privada do lucro e uma socialização dos custos que, por conseguinte, corresponde a um aumento de encargos no sistema de seguridade da saúde humana e em investimentos para a recuperação dos recursos ambientais degradados. Seus efeitos deletérios gerados – poluição, degradação ambiental, pobreza e prejuízos à saúde humana – são sentidos por toda a sociedade.

Outra grande transição na história humana, semelhante em relevância ao surgimento da agricultura, diz respeito à utilização dos gigantescos, mas não infinitos e renováveis, estoques de combustíveis fósseis, que tornou possível o início de uma nova era de energia abundante (PONTING, 1995).

As pessoas faziam pouco uso de carvão mineral ou de petróleo antes da Revolução Industrial, mas esta era transformou literalmente a economia energética mundial. O petróleo tornou-se a mercadoria estratégica mais importante de todos os tempos para os

países, podendo ser usado como matéria-prima de diversos produtos ou como fonte energética. O bem-estar de cada indivíduo, comunidade e país do planeta está ligado à cultura energética baseada no petróleo. Todavia, mesmo com o petróleo tornando-se indispensável, seu uso contínuo começou a impor custos e riscos inaceitáveis à sociedade mundial, ameaçando a segurança econômica global, porque é um recurso finito, para o qual não foi desenvolvido um sucessor efetivo, e porque o fosso entre a oferta e a procura está crescendo, tornando o mundo vulnerável a graves choques econômicos, solapando a segurança civil, ao comprometer os esforços de conquista de paz, ordem civil, direitos humanos e a democracia em muitas regiões, em função de seu valor como mercadoria, e ameaçando a estabilidade climática, porque seu uso, cada dia mais acelerado, é responsável por considerável parcela das emissões globais de gás de efeito estufa. Em suma, o ponto que fez com que o petróleo outrora tenha se tornado tão indispensável, hoje, o torna mais vulnerável (RENNER *et al.*, 2005).

A partir da segunda metade do século XX, vários setores da população, principalmente dos países desenvolvidos, passaram a sentir os crescentes problemas ambientais decorrentes do crescimento econômico pós-Revolução Industrial (DIAS, 2008).

Segundo Mikhail S. Gorbachev, Presidente da Organização *Green Cross International*, que assina o prefácio da edição de 2005 do *Estado do Mundo* (Relatório do *Worldwatch Institute*), “o mundo hoje enfrenta três desafios inter-relacionados: o desafio da segurança, incluindo os riscos associados às armas de destruição em massa e o terrorismo; o desafio da pobreza e do subdesenvolvimento e o desafio da sustentabilidade ambiental”.

Renner *et al.* (2005) destaca alguns desafios atuais a serem contornados na busca da sustentabilidade socioambiental:

- Um número cada vez maior de pessoas não dispõe de meios para manter um padrão decente de vida. A população global já ultrapassou 6,2 bilhões, mais do dobro do que era em 1950, sendo estimado que poderá atingir entre 7,9 e 10,9 bilhões de habitantes até 2050. Quase todo este acréscimo ocorrerá no mundo em desenvolvimento, onde os recursos naturais já estão sobre estresse agudo. Atualmente, quase 1,2 bilhão de pessoas sobrevivem com menos de US\$ 1 por dia. Cerca de 420 milhões de pessoas vivem em países que não dispõem mais de terras agriculturáveis suficientes para cultivar alimentos para sua subsistência. Acredita-se que aproximadamente um quarto das terras agrícolas do mundo em desenvolvimento esteja significativamente degradado e, ao longo dos últimos

50 anos, a taxa de degradação acelerou. Mais de meio bilhão de pessoas vivem em regiões propensas à seca crônica. Em 2025, este número provavelmente terá quintuplicado.

- O mundo encontra-se sob uma profunda mudança geoquímica. Certas formas de poluição estão alterando os ciclos biogeoquímicos globais que regulam processos-chave do ecossistema. O ciclo do carbono é o mais conhecido. Uma imensa quantidade de carbono que havia sido tirada de circulação há milhões de anos através da absorção pelos vegetais que, por sua vez, foram transformados em carvão mineral e petróleo, está sendo reintroduzida na atmosfera, provocando o aumento da temperatura média global e suas nefastas consequências. Os ciclos do nitrogênio e do fósforo, ambos reguladores importantes do crescimento vegetal, estão sendo submetidos a uma ampliação semelhante. Ao todo, as atividades humanas devem ter, no mínimo, multiplicado por 2,0 a liberação de nitrogênio (350 milhões de toneladas anuais) e multiplicado por 3,7 a liberação do fósforo (13 milhões de toneladas anuais) para o ambiente, em relação às taxas de liberação naturais. O fósforo e o nitrogênio são macronutrientes essenciais para o crescimento dos vegetais e, devido ao excesso desses elementos no meio ambiente, desequilíbrios e mudanças profundas na flora podem ocorrer, assim como, uma maior suscetibilidade de seus indivíduos ao ataque de pragas e doenças. Em ecossistemas aquáticos, a poluição causada por nutrientes conduz à eutrofização de corpos d'água, muitas vezes levando à morte desses ecossistemas. O excesso de nitrogênio livre também pode levar à formação de chuva ácida, responsável pela acidificação do solo, com a consequente lixiviação dos elementos cálcio e magnésio presentes no meio, assim como liberando da matriz mineral o alumínio, que é um elemento tóxico tanto para as plantas quanto para os animais aquáticos.

- Existência de riscos de longo prazo associados a produtos químicos tóxicos produzidos pela ação humana ou resultante da mesma. Numa estimativa extremamente conservadora, a produção global de resíduos nocivos atingiu taxas de 300 a 500 milhões de toneladas anuais. Cânceres, imunodeficiências, anormalidades hormonais e defeitos congênitos estão entre os riscos associados a algumas das dezenas de milhares de substâncias químicas produzidas anualmente pela ação humana, tanto para a vida silvestre quanto para as pessoas. Alguns desses produtos tóxicos bioacumulam, ou seja, contaminam seres vivos em concentrações crescentes nos elos cada vez mais altos da cadeia alimentícia, uma tendência que representa perigo especial para os predadores de alto nível como as águias, os cetáceos e o próprio homem. Muitos produtos sintéticos são hoje penetrantes em quantidades minúsculas e muitos têm meias-vidas medidas em centenas de anos. Assim,

por muitos séculos futuros, os próprios seres vivos servirão como reservatório de contaminação.

- O mundo está sujeito a um grau sem precedentes de mistura biótica. Números crescentes de organismos, de praticamente todos os tipos, se deslocam através do sistema comercial global e surgem em regiões onde não são nativos. Essas espécies exóticas viajam na água de lastro dos navios, em material de embalagem, em produtos de madeira natural, em embarques de produtos agrícolas e por muitos outros meios. A maioria deles não sobrevive nos novos locais, porém, uma pequena parcela consegue implantar colônias e, quando a espécie exótica não encontra elementos que mantenham sua população sob controle, há um crescimento excepcional do número de indivíduos. Dependendo de qual tipo seja, uma espécie invasiva poderá privar as espécies nativas de alguns recursos essenciais, propagar uma epidemia ou atacar diretamente as espécies nativas.. A certa altura, uma cascata de efeitos ecológicos provocará mudanças profundas na comunidade invadida através da simplificação da sua estrutura, alterando seus ciclos de nutrientes e homogeneizando a composição de espécies. Mais e mais comunidades naturais diversificadas no mundo estão sob ameaça constante de serem dominadas por um número relativamente pequeno de organismos altamente invasores.

- O mundo está em um estado de constante declínio ecológico. As florestas tropicais primárias, em geral os mais diversificados ecossistemas do planeta, estão desaparecendo num ritmo que, provavelmente, excede 140 mil quilômetros quadrados por ano, uma área quase do tamanho do Nepal. Toda a cobertura florestal global já pode ter sido reduzida à metade, desde os primórdios da agricultura. As terras alagadas, outro tipo altamente diversificado de ecossistema, encolheram em mais de 50% durante o último século. Recifes de coral, os ecossistemas aquáticos mais diversificados do mundo, estão sofrendo os efeitos da pesca predatória, da poluição, da disseminação de epidemias e do aumento das temperaturas da superfície marinha, que muitos especialistas relacionam à mudança climática. Em todos os oceanos, a pesca predatória está causando um prejuízo ainda maior: cerca de 60% dos pesqueiros mundiais estão, hoje, sendo explorados no limite ou além da sua capacidade. Aproximadamente, um quarto dos mamíferos do mundo está ameaçado de extinção, como também 12 % das aves mundiais.

Segundo I. Sachs (1986), *“se a devastação dos ecossistemas naturais piora as condições de vida dos mais pobres, a pobreza destes conduz a uma exploração predatória dos recursos naturais, fechando um ciclo perverso de prejuízos socioambientais”*.



Dentro da lógica vigente do capitalismo de mercado, o que a maioria dos países tem buscado é a geração de riquezas (crescimento do Produto Interno Bruto – PIB) e de empregos para as suas populações. Porém, o que se verifica, analisando-se os números resultantes da economia global nas últimas décadas, é que apesar de existir um crescente aumento no somatório da riqueza das nações (crescimento do PIB mundial) a pobreza vem aumentando em valores absolutos e relativos, assim como a desigualdade social e a deterioração dos sistemas e recursos ambientais.

É premente a necessidade de mudança do paradigma econômico atual para um modelo econômico socioambientalmente sustentável. Premência facilmente justificável observando-se a deterioração da base natural do planeta, com taxas de destruição cada vez mais altas, resultantes de demandas humanas cada vez maiores (e muitas vezes, sem nenhum sentido). No momento atual, a necessidade de mudança radical na sociedade humana só se compara, em termos históricos, com o advento da agricultura e da Revolução Industrial. O maior desafio nesta mudança de paradigma é seu caráter de urgência, ou seja, muitos dos mais renomados ambientalistas e especialistas da área ambiental estipulam um prazo de não mais que uma geração para que a sociedade humana tenha que fazer esta revolução ou, então, no caso inconcebível de inação da humanidade, a própria natureza se encarregará de fazê-la.

Do surgimento dos ancestrais dos seres humanos, há dois milhões de anos, ao advento da agricultura, passaram-se dezenas de milhares de gerações; da agricultura ao início da Revolução Industrial passaram-se centenas de gerações; da Revolução Industrial aos dias atuais passaram-se cerca de seis gerações. Facilmente se observa que as mudanças socioculturais humanas, para o bem ou para o mal, com o tempo, acontecem em espaço temporal cada vez menor.

Tayra (2002) relata que, há poucas décadas, a realidade dos problemas sócioambientais como os processos de urbanização acelerada, o crescimento populacional e a desigual distribuição demográfica, a expansão descontrolada do uso de energia nuclear, com finalidades bélicas ou pacíficas, o consumo excessivo de recursos não-renováveis, os fenômenos crescentes de perda e desertificação do solo, a contaminação tóxica dos recursos naturais, o desflorestamento, a redução da biodiversidade, a geração do efeito estufa e a redução da camada de ozônio e suas implicações sobre o equilíbrio climático, entre outros, aparentemente de menor importância, têm atraído a atenção da opinião pública mundial.

A evolução para o nível de conscientização ambiental que se presencia, consciência não só da sociedade civil organizada como também dos meios políticos e setores produtivos, é fruto da determinação e da luta de alguns atores históricos do pós-Segunda Guerra Mundial.

### **Década de 1950**

A década de 1950 foi marcada pela preocupação ecológica da comunidade científica.

### **Década de 1960**

A década de 1960 destacou-se pela preocupação ecológica relacionada aos atores do sistema social, criticando o modelo produtivo e o modo de vida. Um dos fatos marcantes nesta década foi a criação, em 1961, do *World Wildlife Fund*, primeira Organização Não Governamental ambiental mundial (WWF, 2010). Em 1962, a publicação do livro “Primavera Silenciosa” (*Silent Spring*) por Rachel Carson, denunciando os estragos causados pelo uso do DDT e outros agrotóxicos, contribuiu para a proibição desse produto e para a criação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency* - USEPA). Segundo a UNESCO (2010), em 1968, cientistas e especialistas de todo o mundo encontram-se pela primeira vez na Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para Uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera, em Paris, organizada por esta entidade. Dessa Conferência resultou o lançamento, em 1970, do Programa Homem e Biosfera (*MaB – Man and Biosphere*). Ainda, em 1968, Paul Ehrlich publicou “A Bomba Populacional” (*The Population Bomb*), descrevendo as ameaças ecológicas de uma população humana em rápido crescimento.

## Década de 1970

A década de 1970 pode ser considerada a base do ambientalismo moderno e foi marcada pela criação de diversas organizações internacionais, dos primeiros movimentos ambientalistas organizados como o Greenpeace, e da construção da proposta do Desenvolvimento Sustentável a partir do reconhecimento da complexidade e gravidade dos desafios sociais e ambientais enfrentados pela humanidade. O Relatório de Founex (na Suíça, em 1971), a Declaração de Estocolmo (em 1972) e a Declaração de Cocoyoc (no México, em 1974) continham, segundo I. Sachs (1993), uma:

*Mensagem de esperança com respeito ao planejamento e à implementação de estratégias ambientalmente viáveis para promover um desenvolvimento socioeconômico equitativo, ou para o 'ecodesenvolvimento', para usar um termo sintético, que, posteriormente, os pesquisadores anglo-saxões denominariam desenvolvimento sustentável.*

Iniciou-se também, nesta década, a preocupação de se incluir no sistema político as questões ambientais, assim como, a edição de leis ambientais. Em 1970, milhões de pessoas reuniram-se nos Estados Unidos para o primeiro “Dia da Terra”, para protestar contra os abusos ambientais, o que se transformou em um marco na criação de leis ambientais incluindo, entre outras a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (*National Environmental Policy Act*), a Lei das Espécies Ameaçadas (*Endangered Species Act*) e a Lei da Água Potável (*Safe Drinking Water Act*), editadas, respectivamente, em 1970, 1973 e 1974, com a participação da Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA, 2010a). Em 1971, 2200 cientistas de vinte e três países, reunidos para uma conferência em Menton, França, apresentam o documento “Manifesto *Menton*”, que foi entregue ao Secretário Geral das Nações Unidas, destacando a necessidade de uma ação coletiva internacional para encontrar soluções para os problemas da poluição, da fome, da superpopulação e das guerras. Ainda, em 1971, a Academia de Ciências da Suécia organizou o Estudo do Impacto do Homem sobre o Clima (*Study of Man's Impacto on Climate – SMIC*). Por último, ainda em 1971, o Relatório de Founex identificou o desenvolvimento e o meio ambiente como sendo dois lados da mesma moeda. Pretendia-se que estes relatórios influenciassem a Conferência de Estocolmo no ano seguinte (CGEE, 2008). Em 1972, O Clube de Roma publicou o livro “Limites do Crescimento” (*The Limitis to Growth*), que previa que a Terra alcançaria seu esgotamento em 100 anos em

função das altas taxas de crescimento populacional, do esgotamento dos recursos naturais e da geração de poluição. Segundo Nascimento (2002), o Clube de Roma, que era composto por chefes de estado, economistas, pedagogos, humanistas, industriais, banqueiros, líderes políticos, cientistas, entre outros, propôs que o mundo teria que diminuir a produção para que os recursos naturais fossem menos solicitados, e assim houvesse uma redução gradual dos resíduos, fundamentalmente, o “lixo industrial”.

Ainda em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu a Conferência de Estocolmo ou Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (*United Nations Conference on Man and the Environment*), na qual se fizeram representar 114 países, onde, pela primeira vez, a comunidade internacional reuniu-se para discutir o meio ambiente global e as necessidades de desenvolvimento, preconizando o desenvolvimento da produção industrial com melhor aproveitamento e uso racional dos recursos naturais do planeta.

Na Conferência de Estocolmo foi elaborada uma Declaração de 26 princípios e um Plano de Ação com 109 recomendações, sendo que a Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano e seus princípios constituíram o primeiro conjunto de “*soft law*” (leis internacionais sem aplicação prática, apenas intencionais) para questões ambientais internacionais. (PNUMA, 2004).

A partir desta Conferência evoluiu-se para o conceito do ecodesenvolvimento, passando-se de uma proposta de diminuição da produção mundial para uma mais viável: produzir com mais planejamento utilizando-se de estratégias ambientais. A CGEE (2008) destaca também que esta conferência teve grande importância ao instituir o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. O PNUMA transformou-se em uma agência, dentro do sistema da Organização das Nações Unidas, para ação e coordenação de questões ambientais.

Em 1973, adotou-se a Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e Flora Selvagens em Perigo de Extinção (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora – CITES*). Segundo o PNUMA (2004), a CITES controla e/ou proíbe o comércio internacional de cerca de cinco mil espécies animais e vinte e cinco mil espécies de plantas ameaçadas de extinção.

Em 1974, foi publicada a Declaração de Cocoyoc, resultante de um Simpósio de especialistas organizado pelo PNUMA e pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento. O Simpósio identificou os fatores sociais e econômicos responsáveis pela deterioração ambiental (PNUMA, 2004).

Em 1979, realizou-se a Convenção sobre a Poluição Atmosférica Transfronteiriça a Longa Distância (*The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution - CLRTAP*), destinada a proteger o ambiente contra os efeitos negativos da poluição do ar e a prevenir e reduzir gradualmente a degradação da qualidade do ar e os seus efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente natural, que incluiu a precipitação ácida, a acidificação de corpos d'água e dos solos. Ainda em 1979, durante a Conferência Mundial sobre o Clima, em Genebra, chegou-se à conclusão de que as emissões antropogênicas de dióxido de carbono poderiam causar efeitos, a longo prazo, sobre o clima.

### **Década de 1980**

A década de 1980 caracterizou-se pela definição do conceito de Desenvolvimento Sustentável e, seguindo-se aos grandes acidentes industriais ocorridos nesta década, pelo aumento da pressão de importantes atores sociais sobre as grandes empresas.

Em 1982, o PNUMA organizou uma reunião para avaliação dos dez anos pós-Estocolmo, a “Conferência de Estocolmo +10”, realizada em Nairobi. Neste encontro, foi proposta a formação da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), implementada em 1983, para a elaboração de uma agenda global de mudanças.

Ainda em 1982, celebrou-se a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (*The United Nations Convention on the Law of the Sea*), em Montego Bay, na Jamaica. Trata-se de um tratado multilateral que regula o direito do mar, compreendendo não apenas as regras acerca da soberania do Estado costeiro sobre as águas adjacentes (e, por oposição, conceitua o alto-mar), mas também as normas a respeito da gestão dos recursos marinhos e do controle da poluição (UN, 2010). Segundo o PNUMA (2004), em 1984, esta agência participou da organização da Conferência Mundial da Indústria sobre a Gestão do Meio Ambiente.

Em 1984, o setor químico do Canadá criou o programa Atuação Responsável (*Responsible Care*), uma das primeiras tentativas de se proporcionar um código de conduta para uma gestão ambiental saudável no setor empresarial.

Em 1987, foi assinado o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, implementando a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, um tratado internacional no qual os países signatários comprometem-se a

substituir as substâncias que demonstrem o ozônio existente na parte superior da estratosfera (PROTOCOLO DE MONTREAL, 2010). Os 191 países signatários eliminaram, conjuntamente, mais de 95% destas substâncias, e a expectativa é que, até 2075, a camada de ozônio que protege a Terra retome os níveis de ozônio anteriores à década de 1980 (PNUD. BRASIL, 2007). Este é, talvez, o mais bem sucedido acordo internacional de todos os tempos.

Ainda em 1987, com a publicação do relatório sobre o estado do meio ambiente mundial, produzido pela CMMAD, também conhecida por Comissão Brundtland<sup>2</sup>, consolidou-se o conceito de desenvolvimento sustentável. A expressão “Desenvolvimento Sustentável” apresentada no Relatório Brundtland, também conhecido como “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*), significa: “[...] o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (ONU, 1988). Esse documento transformou-se em um marco histórico em defesa do meio ambiente, e, com sua publicação, os governos em todo o mundo passaram a promover políticas visando o desenvolvimento econômico e social em conformidade com a preservação ambiental.

Em 1988, foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) pela Organização Meteorológica Mundial – OMM, juntamente com o PNUMA. O IPCC foi encarregado de avaliar o estado da arte do conhecimento sobre a mudança do clima. (CCGE, 2008).

Em 1989, foi a vez da aprovação da Convenção de Basiléia para o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua Eliminação (*The Basel Convention*). Segundo o PNUMA (2004), a Convenção de Basiléia possui os seguintes objetivos principais: reduzir os movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos, minimizar a criação de tais resíduos e proibir seu envio a países que não possuam a capacidade de eliminar os resíduos perigosos de forma ecologicamente racional.

### **Década de 1990 em diante**

Na década de 1990 ocorreu a divulgação e implementação de programas e medidas visando o Desenvolvimento Sustentável, sob a convicção de que havia um número cada

---

<sup>2</sup> A CMMAD era coordenada pela primeira ministra norueguesa Gro Brutland.

vez maior de problemas ambientais no mundo que exigiam soluções internacionais, e , dessa forma, passou a ser considerada a década da Gestão Ambiental, onde foram elaboradas uma série de normas e suas ferramentas para as empresas, voltadas ao meio ambiente, das quais destaca-se as normas da série ISO 14.000.

Em 1992, realizou-se a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CNUMAD (*United Nations Conference on Environment and Development – UNCED*), também conhecida como “ECO-92”, “Rio-92” ou “Cúpula ou Cimeira da Terra”, cujo objetivo era identificar os meios que conciliassem o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e a proteção dos sistemas e dos recursos naturais da Terra. A “Rio-92” consolidou o conceito de Desenvolvimento Sustentável consagrado no Relatório Brundtland e contribuiu para uma ampla conscientização de que os danos ao meio ambiente eram, majoritariamente, de responsabilidade dos países desenvolvidos (ANA, 2010).

Como resultado das recomendações do Relatório Brundtland foi produzido na “Rio-92” um detalhado documento intitulado Agenda 21, concebido como uma agenda de ações para os governantes de todo o mundo, no novo século. A Agenda 21 oferecia um conjunto de metas para se alcançar o desenvolvimento sustentável, adaptadas às necessidades específicas dos países, abordando uma variedade de questões, tais como a pobreza e a degradação ambiental e social.

A “Rio-92” também forneceu um conjunto de normas e políticas ambientais que estabeleceram obrigações internacionais combinadas com deveres nacionais, advindas de duas outras convenções internacionais: a Convenção sobre Diversidade Biológica (*Convention on Biological Diversity – CBD*) e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*), além de iniciar a elaboração da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (*United Nations Convention to Combat Desertification – UNCCD*) que entrou em vigor em 1996.

Na “Rio-92” foram propostos um conjunto de vinte e sete princípios, que colocavam os seres humanos no centro das preocupações relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável, compilados no documento intitulado “ Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” e uma série de princípios para o manejo mais sustentável das florestas no mundo, na “Declaração de Princípios para o Manejo Sustentável de Florestas”.

Além da Conferência patrocinada pela ONU ocorreu, paralelamente, o Fórum Global 92, promovido por entidades da Sociedade Civil. Participaram do Fórum mais de 10 mil representantes de Organizações Não Governamentais – ONGs das mais variadas áreas de atuação de todo o mundo (INSTITUTO AKATU, 2010a), e que se constituiu num conjunto de eventos, englobando, entre outros, os encontros de mulheres, crianças, jovens e índios. Neste Fórum foi elaborada a primeira minuta da “Carta da Terra”, conclamando a todos os participantes para que adotassem o seu espírito e os seus princípios, em nível individual e social, e através de ações concretas das ONGs signatárias. A “Carta da Terra” foi um marco da década de 1990 e contemplou todas as dimensões do homem em sua interação com a natureza, servindo como um código ético planetário (equivalente à declaração Universal dos Direitos Humanos), buscando promover um diálogo mundial sobre os valores compartilhados, ética global, de modo a servir como um tratado dos povos na promoção de uma aliança global em respeito à Terra e à vida (A CARTA DA TERRA EM AÇÃO, 2010).

Em 1994, delegados de 183 países reuniram-se na Conferência sobre População e Desenvolvimento no Cairo (*Conference on Population and Development in Cairo*), Egito, para a formatação de um plano para a estabilização e redução do crescimento populacional.

Em 1995, o IPCC publicou um relatório concluindo que “*o balanço das evidências sugere que há uma discernível influência humana no clima global*” (PNUMA, 2004).

Ainda em 1995, é criado o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (*World Business Council for Sustainable Development – WBCSD*), entidade do setor privado com representação mundial que tem incentivado a indústria a examinar formas de melhorar sua rentabilidade, diminuindo o desperdício de recursos e de energia e reduzindo as emissões. O WBCSD possui cerca de 200 membros oriundos de mais de 35 países e de 20 grandes setores industriais, envolvendo cerca de 1.000 líderes empresariais mundiais (WBCSD, 2010).

Em 1996, a Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization – ISO*) criou um novo padrão voluntário para sistemas de manejo ambiental na indústria, a norma ISO 14.000. (PNUMA, 2004).

Em 1997, o Protocolo de Quioto, tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases de efeito estufa, veio reforçar a Convenção sobre Mudança Climática de 1992 e estabeleceu que os países industrializados deveriam reduzir suas emissões de dióxido de carbono em, pelo menos, 5,2 por cento dos níveis de 1990 até 2008-2012.



Segundo o Relatório do Desenvolvimento Humano 2003 (*Millennium Development Goals: A Compact among Nations to End Human Poverty*), publicado em 2003, pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, o novo século começou com uma declaração de solidariedade e uma determinação sem precedentes de livrar o mundo da pobreza: a Cúpula do Milênio das Nações Unidas (*Millennium Summit*). Em 2000, em Nova York, reunindo os 191 Estados-Membros da ONU, países ricos e pobres comprometeram-se a fazer tudo o que pudessem para erradicar a pobreza, promover a dignidade e a igualdade humanas e alcançar a paz, a democracia e a sustentabilidade ambiental. Os líderes mundiais prometeram cooperar para atingir metas concretas de avanço do desenvolvimento e redução da pobreza, até 2015, ou antes.

Dentre os objetivos da Declaração apresentada na Cúpula do Milênio destaca-se o “**Objetivo 7: Assegurar a sustentabilidade ambiental**”, onde cita-se as metas: “**Meta 9: Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas dos países e inverter a perda de recursos ambientais; Meta 10: reduzir para metade, até 2015, a proporção das pessoas sem acesso sustentável a água potável; e Meta 11: Alcançar, até 2020, uma melhoria significativa na vida de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados**”.

Em 2001, o Tratado sobre Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs, também conhecido como Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, é assinado sob o patrocínio do PNUMA. A Convenção de Estocolmo determina que, em relação a doze compostos ou produtos químicos – pesticidas, PCBs, dioxinas e furanos – produzidos intencionalmente ou não pelo homem, é preciso empreender ações de forma prioritária, com o objetivo de eliminar em todo o mundo a produção e o uso destas substâncias tóxicas.

Ainda em 2001, Segundo o PNUMA (2004), o IPCC publicou outro relatório citando “*nova e mais forte evidência de que a maior parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos é atribuível a atividades humanas*”. O estudo projetou que, no ritmo atual de emissões de gases de efeito estufa, as temperaturas médias da Terra aumentarão entre 1,4 e 5,8 °C até 2100. Em 2002, 104 líderes mundiais e milhares de delegados reunidos na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (*World Summit on Sustainable Development in Johannesburg*), em Joanesburgo, África do Sul, acordaram sobre um plano limitado para reduzir a pobreza e proteger o meio ambiente (PNUMA, 2004). A Segunda Cúpula da Terra de Joanesburgo foi concebida como uma “Cúpula Rio +10”, ou seja, como uma avaliação do trabalho iniciado na Cúpula da Terra de 1992.

Como pode ser verificada, a conscientização dos vários atores mundiais e o aporte de soluções em relação aos temas ambientais: produção, uso e descarte de substâncias tóxicas produzidas intencionalmente ou não pelo homem; uso crescente de recursos naturais – principalmente os não renováveis – pelo setor produtivo; crescimento populacional, desigualdade e pobreza; destruição de ecossistemas e supressão de espécies animais e vegetais como resultado da expansão agrícola, industrial e imobiliária; industrialização crescente; e descarte de poluentes gerados nas atividades produtivas, aumentou substancialmente com o decorrer dos anos, passando de temas locais para globais e de genéricos para mais específicos.

Com relação à integração entre meio ambiente e desenvolvimento, evoluiu-se da construção da proposta e conceituação do que viria a ser chamado de Desenvolvimento Sustentável, nas décadas de 1970 e 1980, para a elaboração de um conjunto de metas, a “Agenda 21”, a partir da década de 1990, que garantiria a efetiva implementação deste conceito.

Dentro do contexto socioeconômico vigente, considerando-se todos os seus progressos e mazelas resultantes, verifica-se que o setor produtivo é dos que mais contribuiu, e continua contribuindo, para o somatório das causas dos problemas ambientais. O setor empresarial possui papel preponderante na degradação dos ecossistemas naturais tendo, portanto, que desempenhar uma função de enorme importância: aportar soluções para os problemas ambientais gerados nas suas atividades produtivas, buscando continuamente o Desenvolvimento Sustentável ou, na perspectiva do setor, a Sustentabilidade Empresarial.

Atualmente, a sociedade passou a cobrar dos empresários dos vários setores produtivos a adoção de práticas social e ambientalmente responsáveis como forma de promoção do Desenvolvimento Sustentável (FLAVIN *et al.*, 2002).

Segundo I. Sachs (1986), a questão central é encontrar modalidades de crescimento que tornem compatíveis o progresso social e o gerenciamento sadio dos recursos e do meio.

Um papel potencialmente poderoso na mudança das economias em direção à sustentabilidade é imputado aos setores produtivos da iniciativa privada. A maioria das sociedades organiza suas economias em torno desses setores e muitas companhias vêm sua ênfase no lucro como uma séria limitação à capacidade de realizar mudanças ambientais. Porém, sabe-se que este não é necessariamente o caso. A motivação do lucro pode ser canalizada em direção à sustentabilidade, desde que essa visão tenha liderança nas

corporações. De fato, empresas motivadas têm utilizado várias estratégias comerciais comuns para eliminar ou minimizar seu impacto sobre o meio ambiente. Uma dessas estratégias é a diferenciação do produto com base no seu menor impacto ambiental. Os consumidores estão, cada vez mais, interessados em produtos mais sustentáveis e, em alguns casos, dispostos a pagar mais por eles. A redução do lixo (resíduos) é outra estratégia comercial “verde” comum, suscitando maiores lucros. As empresas cada vez mais verificam que geração de poluição e resíduos é prova de ineficiência no processo produtivo, e não subproduto inevitável desses processos. As empresas também podem realizar *lobbies* com os governantes para influenciar o ambiente regulador, ou trabalhar com os concorrentes no estabelecimento de normas ambientais para o seu setor. E, finalmente, as empresas podem repensar a razão de sua existência de uma maneira que alivie seu impacto no meio ambiente (BROWN *et al.*, 2001).

Concorrentemente, um fator de importante influência no comportamento econômico e socioambiental das empresas é o crescimento do segmento de consumidores ambientalmente responsáveis, os quais buscam o “Consumo Sustentável”, que, segundo Mazzini (2006) pode ser considerado:

*Uma forma de consumo que prevê o fornecimento de produtos e serviços dentro dos princípios do Desenvolvimento Sustentável.*

Segundo a definição de Bierwagem (2006):

*O Consumo Sustentável consiste em um modo de consumir capaz de garantir a satisfação das necessidades das gerações atuais e futuras, por meio da opção de bens produzidos com tecnologias e materiais menos ofensivos ao meio ambiente, com utilização racional dos bens de consumo, evitando-se o desperdício e o excesso e no pós-consumo a menor disposição possível de eventuais resíduos, de forma a causar o menor impacto ambiental.*

O Consumo Sustentável exige, portanto, uma mudança nos padrões de consumo, visando à diminuição dos impactos ambientais em todo o ciclo de vida do produto ou do serviço, o que implica, em síntese, na redução do consumo de recursos naturais, no emprego de substâncias tóxicas e na minimização da geração de resíduos.

Outro fator de relevância no contexto da adoção de medidas mais sustentáveis, por parte das empresas, é a globalização, que moldou as relações internacionais de comércio obrigando, de alguma forma, principalmente as empresas exportadoras, a reduzirem seus custos de produção, a aumentarem a eficiência nos processos industriais, a melhorarem a

qualidade dos produtos e as condições de trabalho dos funcionários e a levarem em conta os fatores sócios ambientais em função do aumento da concorrência mundial e das suas exigências de certificação, além de estabelecerem uma estratégia comercial de fortalecimento da imagem das empresas frente à comunidade local, regional e mundial, aos órgãos ambientais e aos clientes. Almeida (2002) explica que um dos principais motivos que levam as empresas a adotar os princípios do Desenvolvimento Sustentável é a necessidade de sobrevivência no mercado globalizado.

Com relação ao Desenvolvimento Sustentável, Amaral (2005) destaca que:

*O desenvolvimento sustentável pressupõe interdisciplinaridade, na medida em que sua evolução nos leva a trabalhar com três macros temas que compõem o chamado “triple bottom line”, ou seja, os aspectos ambientais, sociais e econômicos. A sinergia entre esses aspectos permeia a aplicação do conceito de Desenvolvimento Sustentável, ou Sustentabilidade, onde quer que ele seja aplicado, tanto em nível governamental, como da sociedade civil ou na seara empresarial. Além das questões econômico-financeiras, as variáveis sociais e ambientais da Sustentabilidade Empresarial são atualmente contempladas, respectivamente, através das vertentes Responsabilidade Social Corporativa e Ecoeficiência. Responsabilidade Social Corporativa, às vezes também denominada Cidadania Empresarial, pode ser entendida como o compromisso contínuo da empresa com o seu comportamento ético e com o desenvolvimento econômico, promovendo, ao mesmo tempo, a melhoria da qualidade de vida de sua força de trabalho e de suas famílias, da comunidade local e da sociedade como um todo. A ecoeficiência é alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços a preços competitivos, que satisfaçam às necessidades humanas e tragam qualidade de vida, promovendo, ao mesmo tempo, uma redução progressiva dos impactos ambientais e da intensidade do consumo de recursos ao longo do seu ciclo de vida, a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de suporte estimada da terra*

Almeida (2002) indica quatro ferramentas que as organizações podem utilizar para a implementação da ecoeficiência em seus processos e produtos: (a) a Gestão Ambiental: utilização de modelos de gestão ambiental disponíveis e aceitos internacionalmente como, por exemplo: ISO 14.000 e *Eco-Management and Audit Scheme* – EMAS; (b) a Certificação Ambiental dada a processos produtivos ou a produtos, como selos verdes e rótulos ambientais, com o objetivo de informar às partes interessadas a adequação ambiental dos processos e produtos certificados; (c) a Análise do Ciclo de Vida, viabilizado pelo *ecodesign*, assegura um melhor desempenho ambiental ao longo de toda a vida útil do produto, desde a obtenção das matérias-primas constituintes até o descarte, ao final do uso; (d) a “Produção mais Limpa”.

A Produção mais Limpa – P+L (*Cleaner Production – CP*) é entendida como um esforço estruturado de uma organização com o objetivo de reduzir o uso de materiais e de energia, bem como minimizar a emissão de poluentes líquidos ou atmosféricos e a geração de resíduos sólidos. É baseada na premissa de que qualquer tipo de poluição gerada é expressão direta da ineficiência dos processos produtivos e que, portanto, representa perda direta de recursos financeiros para a organização ou para os usuários dos seus produtos. Pode ser considerada uma ferramenta ou uma metodologia de gestão ambiental voltada para a eliminação ou redução da poluição na fonte geradora, e não no controle ambiental de “fim de tubo”<sup>3</sup>.

Segundo Barbieri (2006), a conceituação de P+L tem suas origens nas propostas correlatas estimuladas pela Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, a partir do conceito de tecnologia limpa (*clean technology*), no qual as tecnologias de produção deveriam alcançar três propósitos distintos e complementares: lançar menos poluição ao meio ambiente, gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais, principalmente os não renováveis.

Dias (2008) afirma que somente com os avanços na adoção de Sistemas de Gestão por parte das empresas é que se terá uma perspectiva para alcançar o desenvolvimento sustentável, onde a Produção mais Limpa apresenta-se como um meio para tal propósito.

A mudança mundial nos padrões de produção e de consumo é outro fator essencial para a sociedade caminhar rumo ao desenvolvimento sustentável e, nesse contexto, a metodologia de P+L enquadra-se, também, dentro desta nova ordem mundial, como uma ferramenta viável. Sua aplicação leva à redução do consumo de matérias-primas, de energia e de água, e à redução da geração dos rejeitos do processamento industrial e dos serviços, com incentivos econômicos associados à melhoria da imagem da empresa, possibilitando, ainda, redução de investimentos destinados ao tratamento e à destinação dos resíduos sólidos e efluentes gerados, bem como, à diminuição dos custos de produção.

---

<sup>3</sup> O termo é empregado para designar os sistemas de controle ambiental implantados em uma planta industrial com o objetivo de reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e hídricos, no final da linha produtiva.

## **1.2. – A Metodologia de Produção mais Limpa entre as Ferramentas Utilizadas na Busca da Ecoeficiência, seu Conceito e Formas de Disponibilização**

Para se alcançar a “Sustentabilidade Empresarial”, que seria a variante do “Desenvolvimento Sustentável” na seara empresarial, as empresas devem incorporar os valores ambientais, sociais e econômicos nos planos e programas de gestão das corporações, considerando-se a interdependência entre esses fatores. A implementação de ações visando a ecoeficiência nas empresas seria uma forma de se atender às necessidades de modernização de um empreendimento em relação aos aspectos ambientais. Ressalta-se que parte dos aspectos econômico e social também seriam contemplados, em decorrência das características e abrangência de uma efetiva implementação de programas de ecoeficiência.

De acordo com o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (*World Business Council for Sustainable Development – WBCSD*) um dos principais promotores do conceito de ecoeficiência em nível mundial:

*A ecoeficiência é alcançada por meio da disponibilização de bens e serviços a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e promovam a qualidade de vida. Ao mesmo tempo, ela reduz progressivamente os impactos ao meio ambiente e a intensidade no uso de recursos ao longo de toda a vida útil do bem ou serviço, em níveis ao menos equivalentes ao da capacidade suporte estimada para a Terra. (WBCSD; UNEP, 1998).*

Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas pelas empresas para a implementação da ecoeficiência cita-se os Sistemas de Gestão Ambiental - SGAs, aceitos internacionalmente, e a metodologia da Produção mais Limpa (P+L).

No início da década de 1990, as organizações responsáveis pela padronização e pela normalização, principalmente nos países desenvolvidos, sistematizaram procedimentos que pudessem ser utilizados pelas empresas e refletissem a preocupação do setor empresarial com os recursos e sistemas naturais. Esses procedimentos materializaram-se por meio da criação e desenvolvimento de SGAs destinados a orientar as empresas a adequarem-se a determinadas normas de aceitação e reconhecimento geral. A visão e o objetivo das normas propostas nos SGAs são fornecer uma assistência às

organizações, para que elas adotem procedimentos coerentes com o conceito de desenvolvimento sustentável.

A Europa deu os primeiros passos neste sentido, destacando-se o Reino Unido, que por meio da *British Standard Institution* – BSI, criou, em 1992, a BS 7750 – um conjunto de normas compondo um sistema de gestão ambiental aplicável às empresas daquele país (REIS, 1995) *apud* Nicolella (2004). A Comunidade Européia, em 1994, também criou uma legislação própria para os países membros, estabelecendo normas para a concepção e implantação de sistema de gestão ambiental como parte de um sistema de gerenciamento ecológico, e plano de auditoria, conhecido pelo nome de EMAS.

Segundo Nicolella (2004), com o início da proliferação de normas ambientais em todo o mundo, a *International Organization for Standardization* – ISO iniciou levantamentos para avaliar a necessidade de elaborar normas internacionais aplicáveis à gestão ambiental, culminando com a criação da norma Série ISO 14001. Tal como a BSI 7.750 e a EMAS, a Série ISO 14001 é uma norma de uso voluntário, que orienta a criação e implantação de um sistema de gestão ambiental em nível empresarial, sendo a única norma internacional de amplo aceite e aplicação voltada para sistemas de gestão ambiental. A série ISO 14001 não estabelece requisitos absolutos para o desempenho ambiental, mas, sim, compromissos, expressos na política ambiental instituída pela corporação, de estar em conformidade com requisitos que a empresa tenha subscrito com a prevenção da poluição e com a melhoria contínua, e com as exigências ambientais legais. Assim, duas empresas que desenvolvam atividades similares, mesmo que tenham níveis diferentes de desempenho ambiental, podem, ambas, estar em conformidade com a norma ISO 14001 (FIESP, 2007).

No Brasil são utilizados dois Sistemas de Gestão Ambiental pelas empresas: a norma NBR Série ISO 14001 e o “Programa de Atuação Responsável”. O “Programa Atuação Responsável”, patrocinado pela Associação Brasileira de Indústrias Químicas, é a versão brasileira do *Responsible Care* criado pela Associação das Indústrias Químicas do Canadá, como destacado.

Em maio de 1989, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA editou a Resolução nº 37, que reforçava seu papel de agência catalisadora da ONU na promoção, junto aos governos, à indústria, às universidades e a outras organizações, para a criação de uma rede que permitisse a transferência de tecnologias de proteção ambiental, principalmente, dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, reforçando, assim, sua determinação de prevenir a poluição e minimizar resíduos nestas Nações. No intuito de cumprir tal resolução, o PNUMA, em conjunto com

a UNIDO, elaborou o Programa de Produção Mais Limpa (*Cleaner Production Program*), envolvendo vinte e três peritos de vários países e organizações internacionais (UNIDO/UNEP, 1991).

Em 1989, o PNUMA cunhou e definiu o conceito de P+L, que é a base do programa de prevenção da poluição proposta por esta agência da ONU, para ser adotada pelos países em desenvolvimento. Em vez de se concentrar apenas em tecnologias limpas, a Divisão de Tecnologia, Indústria e de Meio Ambiente do PNUMA destacou a importância de uma gestão e organização ambientalmente efetivas, bem como a necessidade de melhorias de desempenho ambientais contínuos. O PNUMA vem lutando para assegurar a liderança e incentivar parcerias para a promoção do conceito da P+L em uma escala mundial. Especificamente, o Programa tem desenvolvido o fornecimento e intercâmbio de informação, a capacitação, a assistência técnica e a promoção de estratégias de P+L (UNEP, 2010a).

Uma definição detalhada para a metodologia de P+L é a seguinte (UNEP, 2009): *”P+L é uma estratégia ambiental preventiva, contínua e integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente. A P+L pode ser aplicada aos processos utilizados em qualquer indústria, em produtos específicos e em vários serviços prestados à sociedade. Com relação aos processos produtivos, está direcionada a uma utilização mais eficiente e racional de matéria-prima, insumos, água e energia, assim como, na eliminação ou redução do uso de materiais tóxicos e perigosos e, ainda, na redução ou eliminação da quantidade e toxicidade dos resíduos, emissões atmosféricas e efluentes na fonte em que foram gerados, durante o processamento industrial. Para os produtos, a P+L busca reduzir os impactos ambientais, refletindo melhorias na saúde e segurança, causados pelo produto ao longo de seu ciclo de vida, ou seja, desde a extração e uso da matéria-prima, passando pelos processos de fabricação, uso do produto, até o seu descarte final. Em relação aos serviços, a P+L direciona seu foco na incorporação da preocupação com as questões ambientais, desde o projeto e estratégias de desenvolvimento da atividade em si, até a entrega ou a execução dos serviços propriamente ditos. Portanto, trata-se de uma estratégia preventiva, integrativa e de uso continuado a ser aplicada aos processos, produtos e serviços visando a redução dos riscos para o homem e para o meio ambiente”.*

A P+L está baseada em uma metodologia de auditoria de geração de resíduos e efluentes que evolui por meio de ferramentas de avaliação de fluxos de material e de energia nos processos produtivos – fluxograma e balanço de material e energia – até a



identificação, avaliação e implantação de oportunidades de P+L, de caráter preventivo, visando a eliminação ou redução – em quantidade e/ou no grau de toxicidade – de geração de resíduos e efluentes e, conseqüentemente, de diminuição do fluxo de entrada de matérias-primas e insumos.

Vale destacar o caráter preventivo de P+L, onde o seu principal foco de trabalho, dentro das fábricas, é na identificação de oportunidades de redução de poluição na fonte geradora, ou seja, na origem do problema, diferentemente das técnicas de fim de tubo que visam a remediação da poluição gerada por meio da implantação de sistemas de controle ambiental, tais como: estações de tratamento de efluentes, aterros sanitários ou em aterros industriais, sistemas de incineração, sistemas de filtração de resíduos etc. As técnicas de remediação, apesar de serem, geralmente, de aplicação mais fácil, são mais onerosas e não refletem na eficiência econômica dos produtos, processos e serviços. A preferência por técnicas preventivas será quase sempre uma opção mais inteligente, econômica e de melhor eficiência (econômica e ambiental), aproximando-se mais do conceito e dos princípios do Desenvolvimento Sustentável, e alinhando a metodologia da P+L com a tendência mundial em relação à prevenção e minimização da poluição (SISTEMA FIERGS, 2010).

Nos últimos anos, em especial nos países desenvolvidos, a abordagem dada à questão da geração e destinação de resíduos e efluentes industriais, baseada na metodologia preconizada pela USEPA, na qual, uma série de etapas de decisão são aplicadas sequencialmente, vem sendo, em ordem decrescente de prioridade (WENTZ, 1989; SENAI. RS, 2003g):

1. Redução da geração na fonte (prevenção da geração ou minimização): pode variar desde a alteração de práticas operacionais até alterações tecnológicas no processo produtivo.

2. Reutilização de resíduos: pode variar da simples utilização dos dois lados de uma folha de papel, passando pela reutilização de peças e componentes usados de produtos, até profundas alterações no processo produtivo.

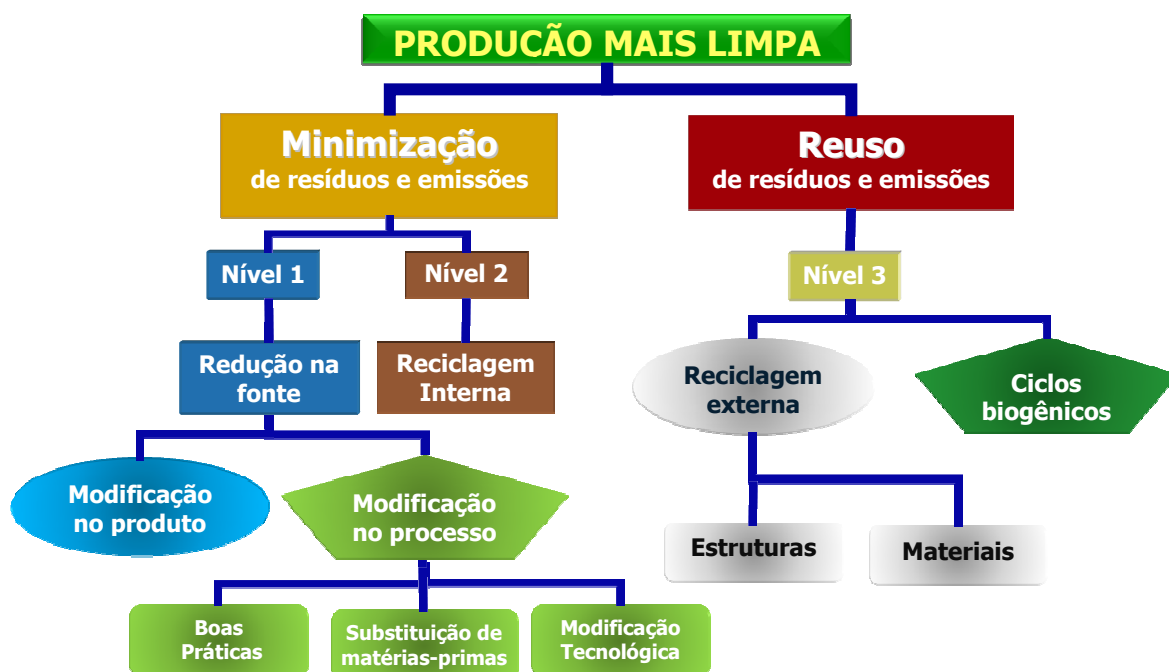
3. Reciclagem de resíduos: pode ser dividida em reciclagem interna e externa, onde a primeira utiliza os resíduos como matéria-prima em outro processo produtivo e a segunda, além desta utilização, pode aproveitar os materiais contidos nos resíduos e transformá-los em outro produto.

4. Tratamento adequado (tratamentos físicos, químicos ou biológicos), tais como incineração, neutralização, encapsulamento, de modo a reduzir a quantidade e o grau de

periculosidade do resíduo ou efluente gerado. No caso dos efluentes atmosféricos e líquidos, refere-se aos sistemas de controle de fim de tubo.

#### 5. Disposição final dos resíduos em aterros industriais.

A metodologia da P+L admite diversos níveis de aplicação junto às empresas, desde o simples ato de refletir, de forma crítica, sobre as possibilidades de melhoria de seus processos, até a efetiva implementação de um Programa de P+L (CETESB, 2010a). Para isso são utilizadas várias estratégias de P+L visando a prevenção e a minimização da geração de resíduos e outros poluentes.



**Figura 1.1. Níveis de Atuação da Produção mais Limpa**  
Fonte: CNTL (2001)

Conforme pode ser verificado, na Figura 1.1. acima, a metodologia de P+L permite vários níveis de atuação para as estratégias de prevenção e minimização de resíduos. A prioridade da P+L é prevenir a geração de resíduos e de emissões (**nível 1**). Os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (**nível 2**). Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (**nível 3**). O nível 1 prioriza medidas para resolver o problema na fonte geradora, que podem consistir em modificações tanto no próprio produto, como no processo de produção e/ou substituição de matérias primas e insumos tóxicos. O nível 2 utiliza a reciclagem interna, ou seja, os resíduos podem ser reintegrados ao processo de produção da empresa. Isso pode correr dentro do processo original de

produção, em outro processo, ou por meio da recuperação parcial de um dado material residual. Quando existir impossibilidade de se atingir os níveis anteriores, a reciclagem de resíduos e efluentes devem ser feitas fora da empresa (nível 3), por meio de reciclagem externa de estruturas e materiais ou de uma reintegração ao ciclo biogênico (p.e. compostagem).

A fim de atender à solicitação feita na Agenda 21<sup>4</sup>, aprovada na Rio 92, e tornar a ferramenta de P+L uma realidade e promover a aplicação dessa metodologia nos países em desenvolvimento e nas economias em transição, a UNIDO, em cooperação com o PNUMA, estabeleceu, em 1994, o programa de criação dos Centros Nacionais de Produção Mais Limpa – (*National Cleaner Production Centre – NCPC*), principalmente em países em desenvolvimento (CETESB; UNEP, 2002). Pode-se dizer que a P+L surgiu, efetivamente, a partir da criação desse programa. Tendo a consciência da necessidade da busca de soluções definitivas para o problema da poluição ambiental, esse programa teve a finalidade voltada para as atividades de prevenção da poluição. Desde então, com o apoio de maior relevância dos governos da Suíça e da Áustria e a contribuição de outros financiadores (Noruega, Itália, Eslovênia, República Tcheca, Espanha, Dinamarca e Holanda), a UNIDO e o PNUMA expandiram o programa para 47 países desenvolvidos e em desenvolvimento (UNIDO, 2010).

Neste programa a UNIDO atua como agência executiva, administrando os recursos financeiros e provendo orientação técnica nos processos industriais abordados pelos Centros, além de ser a responsável pela escolha dos locais onde serão estabelecidos os “Centros Nacionais” e pela mediação no estabelecimento de cooperação com outros centros internacionais relacionados com programas de P+L e instituições financeiras. O PNUMA tem a responsabilidade de desenvolver e disseminar os conceitos e estratégias, dar orientação política, de disponibilizar materiais didáticos e ferramentas sobre a P+L, além de participar das reuniões anuais dos “Centros Nacionais” (UNIDO, 2009).

Segundo CETESB; UNEP (2002), os Centros Nacionais de P+L tem a missão de divulgar a metodologia da P+L junto às organizações públicas e privadas e de capacitar a mão-de-obra local para atender as demandas do país ou região nesse sentido. Os serviços oferecidos pelos Centros variam em função das características da região, podendo ser

---

<sup>4</sup> O Capítulo 34 da Agenda 21, aprovada pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente e Desenvolvimento - RIO 92 solicita às organizações internacionais, incluindo as Agências das Nações Unidas, “[...] promover, facilitar e financiar, devidamente, o acesso e a transferência de Tecnologias Ambientalmente Saudáveis - *ESTs* e *know-how* correspondente, em particular para os países em desenvolvimento...[...]” (LUKEN; NAVRATIL, 2004).

divididos em: (a) sensibilização sobre benefícios e vantagens da P+L; (b) capacitação de consultores e desenvolvimento das capacidades locais em P+L; (c) assistência técnica em P+L em empresas, de qualquer segmento de atividade, principalmente na área de diagnóstico ambiental, melhoria de saúde ocupacional, eficiência energética e implantação de SGA- Sistema de Gestão Ambiental; (d) apoio na elaboração de projetos de financiamento em P+L; (e) disseminação de informações em P+L; (f) disponibilização aos governos locais de aconselhamento em políticas públicas voltadas à P+L.

O Brasil foi escolhido pela ONU, em 1995, para sediar o 10º Centro Nacional de Produção mais Limpa, de uma série inicial de 23 centros instalados pelo mundo (SENAI.RS, 2003a). O NCPC brasileiro, denominado *Centro Nacional de Tecnologias Limpas* – CNTL, está localizado no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, em Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul.

O CNTL tem a função de atuar como um instrumento facilitador para a disseminação e implementação do conceito de P+L em todos os setores produtivos, para a difusão dos diversos estudos de “casos de sucesso de P+L”, além da realização de cursos de formação de consultores em P+L (SENAI.RS, 2003a). O programa desenvolvido no Brasil é uma adaptação do programa da UNIDO/PNUMA e da experiência da Consultoria *Stenum*, da cidade de Graz, na Áustria, que ajudou no desenvolvimento do projeto *Ecological Project for Integrated Environmental Technologies – ECOPROFIT* (CEBDS, 2010a), que foi proposto no bojo das ações voltadas ao desenvolvimento de práticas de P+L, como comentado mais adiante.

O PNUMA e a UNIDO apresentam a P+L como “*uma estratégia ecoeficiente preventiva capaz de promover a sustentabilidade no setor industrial*” (UNIDO, 1995).

Em 1998, o PNUMA preparou a Declaração Internacional sobre Produção Mais Limpa, uma declaração pública voluntária de compromisso com a estratégia e a prática de P+L. O número de signatários, em novembro de 2001, totalizava mais de 1.000, incluindo 45 governos nacionais. As metas da Declaração são as de incentivar o apoio à adoção e às atividades da P+L, intensificar o compromisso dos diversos atores envolvidos, promover a cooperação internacional e difundir a consciência do conceito (UNEP, 2010b).

O Governo Federal Brasileiro aderiu à Declaração Internacional Sobre Produção Mais Limpa da ONU, em 27 de novembro de 2003, em Brasília, comprometendo-se, a partir de então, a implantar as políticas de incentivo aos programas de P+L de acordo com os termos explícitos na referida Declaração da ONU, reconhecendo, oficialmente, que o Brasil precisa adotar práticas de produção e consumo sustentáveis (CEBDS, 2010b).

Nos países da América do Norte a estratégia preventiva aplicada na minimização da poluição é conhecida como **Prevenção da Poluição** (*Pollution Prevention – P2*). Ainda que contenha o mesmo conteúdo filosófico, e utilize princípios identificáveis aos propostos pela P+L, o programa “P2” dos Estados Unidos da América apresenta uma diferença essencial: a prevenção à poluição nos EUA é lei desde 1990, com a ratificação, pelo congresso americano, do *Pollution Prevention Act*. Diferentemente dos países que possuem Centros Nacionais de P+L, nos EUA, os promotores da P2 não são associações, agências de fomento, de desenvolvimento científico e tecnológico, ONGs, entidades representativas do setor produtivo privado ou vinculados ao Estado, mas a própria USEPA (FEAM, 2009).

Outro país no qual o princípio da prevenção da poluição, como estratégia para se alcançar o desenvolvimento sustentável, virou lei é a China. O Governo Chinês promulgou em primeiro de janeiro de 2003 a Lei de Promoção da Produção Mais Limpa, algo sem precedentes no mundo no que se refere ao apoio explícito de um país à metodologia da P+L (SHI *et al.*, 2008).

Várias organizações criaram redes nacionais e internacionais para a difusão da P+L ou de metodologias preventivas correlatas, como destacado a seguir.

Em 1991, na Áustria, criou-se o ECOPROFIT, elaborado pelo Departamento de Meio Ambiente da Cidade de Graz, como uma rede de cooperação composta pela parceria entre os setores público e privado em prol do desenvolvimento sustentável (CPCA, 2010).

Em 1992, no Canadá, criou-se o Centro de Prevenção de Poluição (*Canadian Centre for Pollution Prevention – C2P2*), o qual oferece programas de promoção e apoio aos programas P2, material didático, fórum *on-line*, treinamentos e certificação, formação de consultores e gestão de eventos sobre o tema (C2P2, 2010).

Em 1994, no Reino Unido, foi criado o *Envirowise*, uma agência que fornece orientação e consultoria técnica para empresas a fim de melhorar a eficiência e reduzir o desperdício de recursos. Esta entidade oferece, consultoria, orientação técnica, estudos de caso, mais de 1400 guias disponíveis para *download* gratuito, visitas acompanhadas às empresas, aconselhamentos práticos gratuitos via telefone, além da gestão de eventos sobre o tema (ENVIROWISE, 2010).

Em 1997, a agência ambiental americana – *USEPA* – criou e estabeleceu uma rede para troca de informações e promoção de programas P2, o “*Pollution Prevention Resource Exchange*” (USEPA, 2010b).

Além do CNTL, fundado com o apoio do PNUMA e da UNIDO, existem diversas iniciativas promovidas no Brasil, por intermédio de associações de indústrias, entidades

tecnológicas, de pesquisa e órgãos do governo, para a disseminação e implementação da proposta da P+L.

Com base na adaptação do programa para o meio ambiente da UNIDO e PNUMA, e da experiência da Consultoria Stenum, da cidade de Graz, na Áustria, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Nacional – SEBRAE Nacional, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS e o Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL iniciaram, em 1999, o projeto para implementação da **Rede Brasileira de Produção Mais Limpa – RBPML**. Atualmente, a RBPML está integrada pelo CNTL/SENAI-RS, cinco Núcleos Estaduais ligados à Federação das Indústrias locais (Estados de Minas Gerais, Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso, Rio de Janeiro), dois Núcleos ligados às Universidades Federais do Ceará e Pernambuco, e cerca de 25 Núcleos Regionais do SEBRAE no Brasil (RBPML, 2009; CEBDS, 2010a).

Os Núcleos de P+L nos Estados do Ceará, Bahia, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul atuam no diagnóstico ambiental, assistência técnica e consultorias em P+L, junto a segmentos industriais característicos de cada uma das regiões. Em especial, o núcleo de P+L do Estado do Rio de Janeiro atuou na capacitação de consultores e de agentes multiplicadores de P+L, além de participar da estruturação de Núcleos de P+L no SEBRAE em várias regiões do país.

Em 1997, no Estado da Bahia, criou-se a **Rede de Tecnologias Limpas - TECLIM**, com objetivo de divulgar o conceito de prevenção da poluição e expandir o uso de tecnologias limpas no setor industrial, com a participação, entre outros, da Universidade Federal da Bahia – UFBA, Federação das Indústrias do Estado da Bahia – FIEB, Instituto Euvaldo Lodi – IEL e o Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia – CEFET-BA (TECLIM, 2010).

A Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG possui, dentro da sua Gerência de Meio Ambiente, o *Núcleo de Produção mais Limpa*, que disponibiliza apoio às indústrias interessadas na implementação da metodologia, promovendo cursos e treinamentos, bem como, disponibilizando manuais/guias de implementação de P+L genéricos e específicos de alguns setores industriais (FIEMG, 2010).

Em 2009, foi promovido pela Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, órgão do Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais – SISEMA, o Seminário “*P+L: Em Busca da Sustentabilidade*”. Na ocasião estiveram presentes autoridades da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, do CNTL, de diversas

instituições de ensino, de especialistas da área e de empresas que atingiram excelentes resultados através da metodologia da P+L<sup>5</sup>. Além de promover discussões acerca do tema, o objetivo principal foi o lançamento pioneiro do *Índice de P+L para a Indústria de Transformação de Minas Gerais*. O trabalho “Índice P+L” atuará como uma ferramenta para medir o desempenho ambiental de empresas, bem como, a melhoria dos seus processos produtivos. Outro ponto importante desse indicador é a possibilidade de ser utilizado como instrumento para reconhecer o esforço do setor empresarial para atingir a ecoeficiência, beneficiando indústrias que desenvolvem programas de gestão ambiental apoiados em P+L (FIEMG, 2009).

Desde de 1996, a CETESB mantém um setor dedicado ao tema P+L, que publica documentos técnicos e casos de sucesso em P+L implementados voluntariamente em empresas de diversos setores, além de realizar treinamentos em empresas e participar de Câmaras Ambientais (CETESB, 2010a).

Os manuais, guias ou cartilhas para a implementação da metodologia de P+L e de metodologias correlatas em empresas ou corporações, são disponibilizados, dentre outros: no CNTL/SENALRS; em outras associações e entidades estaduais ou federais ligadas à indústria, por exemplo, o CEBDS, a FIESP, a FIEMG; em órgãos ligados ao governo do Brasil ou de outros países, por exemplo, o SEBRAE de diversos estados, órgãos estaduais de fiscalização ambiental brasileiros (CETESB, FEAM etc) e na USEPA; em órgãos de pesquisa tecnológica e em universidades (UFRGS, Fundação Vanzolini da USP etc); e pela UNIDO e PNUMA.

Em 2003, o CNTL/SENALRS, em conjunto com o PNUMA e a UNIDO, publicou um manual técnico simplificado: “Implementação de Programas de Produção mais Limpa” (SENALRS, 2003a), além de uma série de manuais técnicos, mais completos, “Série Manuais de Produção Mais Limpa”, separados por temas, com os seguintes títulos: “Avaliação Energética”, “Cinco Fases de Implantação de Técnicas de Produção Mais Limpa”, “Diagnóstico Ambiental e de Processo”, “Documento Geral”, “Estudos de Caso – Produção Mais Limpa”, “Estudo de Viabilidade Econômica”, “Indicadores Ambientais e de Processo”, “Questões Ambientais e Produção Mais Limpa” e “Sistema de Gestão Ambiental e Produção Mais Limpa” (CNTL/SENALRS, 2010).

---

<sup>5</sup> O autor participou do evento na condição de ouvinte, bem como, colaborou com o Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA no preenchimento dos questionários de pesquisa utilizados na composição do índice P+L, os quais foram aplicados através do método Delphi.

A RBPML disponibiliza no seu sítio na Rede Mundial de Computadores, como também é disponibilizado no sítio das entidades que integram esta rede difusora de P+L, um “Guia da Produção Mais Limpa – Faça Você Mesmo” e a cartilha: “A Produção Mais Limpa na Micro e Pequena Empresa”, publicados em parceria pelo CEBDS, CNTL/SENAI-RS, SEBRAE Nacional, UNIDO e UNEP.

No decorrer dos últimos anos, a CETESB em conjunto com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP vêm desenvolvendo Guias Ambientais de P+L, com o intuito de incentivar e orientar a adoção de ações de P+L nos diversos setores produtivos, além de fornecer uma ferramenta de auxílio para a difusão e aplicação do conceito de P+L junto ao setor público e às universidades. Estes guias foram elaborados para setores produtivos específicos contendo uma descrição dos processos, os principais impactos ambientais potenciais e medidas de P+L aplicáveis, que são, entre outros: papel e celulose, tintas e vernizes, abate de suínos e bovinos, cervejas e refrigerantes, curtumes e fabricação de suco cítrico (CETESB, 2010b).

No sítio da USEPA encontram-se, entre outros, o manual *Waste Minimization Opportunity Assessment Manual*, publicado em 1988, que descreve os procedimentos para minimização de resíduos industriais nos processos de manufatura (USEPA, 2010c).

Em 1991, o manual *Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes* (UNIDO/UNEP, 1991) foi elaborado pelo PNUMA e a UNIDO dentro contexto do Programa de Produção Mais Limpa (*Cleaner Production Programme*), para ser usado por profissionais das indústrias, consultores e autoridades governamentais interessadas em melhorar as relações entre a indústria e o meio ambiente.



## CAPÍTULO 2

### PRODUÇÃO MAIS LIMPA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA “SÉRIE MANUAIS DE P+L” DO CNTL

---

Este capítulo é resultado da compilação de cinco manuais da “Série Manuais de Produção Mais Limpa”, publicados em conjunto pelo CNTL/SENAI-RS, o PNUMA e a UNIDO; sendo eles:

- *Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção Mais Limpa* (SENAI.RS, 2003b);
- *Diagnóstico Ambiental e de Processo* (SENAI.RS, 2003c);
- *Estudo de Viabilidade Econômica* (SENAI.RS, 2003d);
- *Indicadores Ambientais e de Processo* (SENAI.RS, 2003e);
- *Documento Geral – Programa de Produção Mais Limpa* (SENAI.RS, 2003f).

A compilação do conteúdo desses cinco manuais redundou em um manual/guia, de caráter genérico, que foi utilizado como base para a implantação da metodologia de P+L na Mod Line Soluções Corporativas Ltda, e permitiu a avaliação dos resultados obtidos. Além de ter o respaldo de terem sido publicados conjuntamente pelas agências da Organização das Nações Unidas, o PNUMA e a UNIDO, formuladoras e disseminadoras da metodologia de P+L e responsáveis pela criação e implementação dos Centros Nacionais de P+L pelo mundo, e pelo CNTL/SENAI.RS, representante brasileiro da rede mundial de Centros Nacionais de P+L, a seleção desses cinco manuais deve-se ao fato de serem bastante técnicos, de aplicação genérica, possuírem conteúdo abrangente e temas complementares entre si.

Nesse capítulo foi descrito, paulatinamente, como se deve proceder para se implantar a P+L nas empresas. O cerne da metodologia é a análise do balanço de material e de energia, os quais possibilitam a identificação de oportunidades de implementação de P+L por meio do estudo de causas de geração de poluentes atmosféricos e líquidos e de resíduos sólidos. Conforme destacado no título de um dos manuais, “Cinco Fases da

Implantação de Técnicas de Produção Mais Limpa”, a implantação contínua da metodologia de P+L é realizada em cinco fases, apresentadas a seguir:

Fase 1- Planejamento e Organização.

Fase 2 - Pré-Avaliação.

Fase 3 - Avaliação.

Fase 4 - Estudo de Viabilidade.

Fase 5 - Implementação.

## **2.1. – FASE 1 – Planejamento e Organização**

**Objetivo:** Comprometimento da direção, gerência e funcionários da empresa através do convencimento dos mesmos da necessidade de P+L.

**Resultados esperados:**

- compromisso e participação da direção, gerência e funcionários;
- informação das metas e objetivos estabelecidos de implementação da P+L a todos participantes envolvidos;
- formação da equipe de P+L;
- identificação e análise das fontes de informação;
- garantia de recursos financeiros e humanos necessários;
- identificação e superação das barreiras.

Esta fase é composta pelos seguintes passos:

- Passo 1 – Obter o compromisso e envolvimento da direção e gerência.
- Passo 2 – Definir a equipe de implementação da P+L.
- Passo 3 – Estabelecer objetivos, metas e a abrangência.
- Passo 4 – Identificar barreiras e suas soluções.

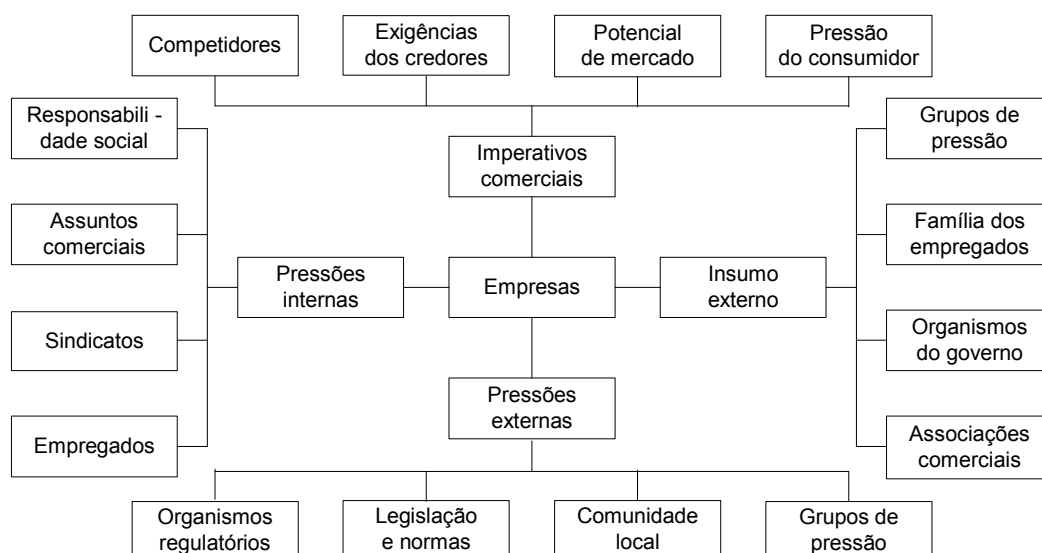
**2.1.1. – Passo 1 - Obter o compromisso e envolvimento da direção e gerência –** o principal objetivo deste passo é conseguir o apoio da direção da empresa e da gerência da área para a implantação da metodologia de P+L. Para tanto, é necessário convencê-los dos

benefícios e vantagens econômicas e ambientais, bem como encorajá-los à adoção da produção sustentável e responsável. Sem o comprometimento da direção e da gerência o sucesso da empreitada torna-se impossível.

Existem empresas nas quais sua direção e gerência terão interesse por P+L, porque já privilegiam as boas práticas operacionais, os bons registros, a organização dos seus procedimentos e processos produtivos, uma área de trabalho limpa, os programas de manutenção de equipamentos adequados e preventivos, bem como, se mostram interessados na capacitação dos funcionários, privilegiando sua competência e a melhoria do ambiente de trabalho.

Encontram-se, também, empresas que são dirigidas pelas forças de mercado, onde os benefícios econômicos e financeiros, oriundos da diminuição de pagamentos para aquisição de matérias-primas e insumos, do aumento da eficiência produtiva, da obtenção de preços mais competitivos em função da redução de desperdícios no processo produtivo, assim como, do aumento da competitividade em mercados em que há demanda por produtos ambientalmente responsáveis, são precípuos na motivação para a implementação da P+L.

A Figura 2.1. sintetiza os aspectos, ou seja, mostra os vários atores, os interesses envolvidos e suas inter-relações, que são levados em consideração por uma empresa durante sua tomada de decisão em relação a adoção de práticas da P+L.



**Figura 2.1. As inter-relações dos atores e interesses envolvidos na motivação da implementação de P+L nas empresas.**

Fonte: SENALRS (2003b)

Os seguintes argumentos podem ser usados para se obter o comprometimento da gerência: (a) a P+L abaixa os custos de produção, de tratamento e controle do tipo fim-de-tubo, com cuidados com a saúde do trabalhador e a minimização dos níveis de poluição emitidos para o meio ambiente; (b) a P+L, por meio da inovação industrial, melhora a eficiência dos processos produtivos e a qualidade do produto, aumentando sua competitividade; (c) a P+L diminui os riscos para os trabalhadores, para a comunidade que vive no entorno do empreendimento, dos consumidores de produtos e, a longo prazo, das gerações futuras, decrescendo assim os custos, as indenizações e os prêmios de seguro; (d) a P+L garante uma melhoria da imagem pública da empresa (registros de meio ambiente mais limpo), produzindo benefícios sociais e econômicos intangíveis.

Uma forma da direção e da gerência demonstrarem seu envolvimento seria, por exemplo, editando uma declaração formal de política ambiental para a empresa.

Tendo obtido sucesso em relação a essa etapa, deve-se indicar claramente os passos onde o envolvimento da direção e da gerência será necessário, após se ter obtido o comprometimento e a aprovação da proposta por eles. A fim de sustentar o comprometimento e o envolvimento da gerência, precisa-se informar e mostrar regularmente os benefícios que a implantação de práticas de P+L trazem para a empresa.

Pode-se utilizar a folha de trabalho *Lista de Checagem para Planejamento e Organização*, conforme modelo apresentado no Anexo I, no início desta fase – Planejamento e Organização – para ajudar na sua organização. Esta mesma lista pode ser utilizada, ao término desta fase, no intuito de se verificar se todos os assuntos importantes foram tratados.

**2.1.2. – Passo 2 - Definir a equipe de implementação da P+L** - o principal objetivo é organizar a equipe que conduzirá a implementação da P+L. Deve-se tentar incluir na equipe representantes de todos os setores da empresa e dos processos produtivos envolvidos. A composição da equipe de P+L será definida em função do tamanho e da estrutura organizacional da empresa. Por exemplo, em pequenas empresas, pode-se concluir que uma equipe de dois a três funcionários, que atuam em muitas frentes de trabalho, seja uma composição adequada para a implementação da metodologia de P+L. É fundamental a inclusão do pessoal de chão de fábrica, pois eles estão envolvidos diretamente com os processos produtivos, e sua participação, em geral, contribui para aumentar muito a chance de sucesso durante a implementação da P+L. Seria também

interessante a inclusão de um “forasteiro” na equipe, pois ele pode trazer idéias novas e ter uma visão mais objetiva e crítica da empresa e seus processos. A idéia central, ao montar a equipe de P+L, é compor uma equipe equilibrada, ou seja, que represente os setores que compõem a empresa, abarcando todos os processos produtivos envolvidos na implementação da P+L. É necessário escolher um líder para a equipe, que tenha autoridade suficiente para executar o programa, superar resistências e motivar os demais participantes. Seria importante que fossem feitas reuniões periódicas para avaliar e posicionar a equipe de P+L quanto à evolução da aplicação da metodologia na empresa, bem como, prestar assessoria técnica, quando necessário.

Algumas possíveis tarefas da equipe de P+L ao longo da implementação da P+L podem ser: (a) obter o envolvimento da alta gerência e tomar providências para que editem uma declaração de política de P+L; (b) documentar as suas atividades e manter a empresa informada sobre os progressos obtidos; (c) estabelecer um sistema de registros dos materiais e dos resíduos; (d) definir o foco da avaliação de P+L em determinadas correntes de resíduos e seções do processo de produção; (e) formular tarefas individuais, se necessário; (f) realizar (ou supervisionar) a implantação; (g) realizar (ou supervisionar) análise de viabilidade técnica, financeira e ambiental das oportunidades adequadas; (h) selecionar e apoiar as oportunidades mais apropriadas para implementação; (i) cuidar do financiamento e elaborar um programa para implementação; (j) supervisionar (ou dirigir) o processo de implementação; (l) monitorar os resultados da oportunidade de P+L, tão logo ela se torne operacional; (m) assegurar a continuidade das atividades de P+L; (n) estabelecer objetivos e metas gerais sobre a P+L.

As folhas de trabalho *Avaliar os Procedimentos da Empresa* (tópicos A, B, C, D, E) –, que constam dos anexos II, III, IV, V e VI, podem ser aplicadas antes de se iniciar o próximo passo, com o objetivo de se obter uma maior compreensão sobre como a empresa é dirigida, na identificação de possíveis oportunidades de P+L, para auxiliar o estabelecimento de objetivos e metas e para auxiliar no convencimento ao apoio da direção e da gerência à implantação da metodologia de P+L.

**2.1.3. – Passo 3 – Estabelecer objetivos, metas e a abrangência de P+L** – o principal é o estabelecimento de objetivos e metas amplas para a implantação de P+L, que servirão de orientação para a implantação do programa, bem como, definirão os locais ou setores da empresa em que, efetivamente, a P+L será implementada a metodologia. À

medida que o programa vai prosseguindo e a equipe vai tendo maior compreensão e familiaridade com a metodologia da P+L, os objetivos vão evoluindo de diretivas de qualidade para diretivas de quantidade. Deve-se sempre preferir objetivos e metas quantitativas, pois estes servirão de indicativos do sucesso do programa de P+L, posteriormente.

Dependendo do tipo da empresa e do seu estilo de gestão corporativa, seria interessante observar a utilidade de se estabelecer objetivos e metas de curto prazo ou de longo prazo. As metas de curto prazo são úteis para encorajar os relutantes, para empresas onde o planejamento de longo prazo é incomum e para o caso de empresas vulneráveis e com recursos escassos. Já as metas de longo prazo são úteis para empresas onde o planejamento de longo prazo faz parte da cultura empresarial e para corporações onde as pessoas e divisões de áreas são coordenadas e integradas.

Algumas características devem ser observadas no estabelecimento das metas: (a) serem aceitas por aqueles que trabalharão para atingi-las; (b) serem flexíveis e adaptáveis a necessidades variáveis; (c) serem mensuráveis no decurso do tempo do programa; (d) serem motivadoras; (e) serem adequadas à declaração da política da gerência; (f) serem compreensíveis no nível prático dos esforços dos envolvidos.

No caso de estabelecimento de diretivas de qualidade, ou seja, no caso do estabelecimento de metas mais amplas, elas podem basear-se em padrões internos de produtividade; na legislação ambiental; no *benchmarking* e na tecnologia (pontos de referência que servem como padrão da tecnologia) e em dados históricos de produção.

No caso do estabelecimento de objetivos de quantidade, ou seja, no caso do estabelecimento de metas mais específicas e refinadas, eles podem basear-se no custo (mão-de-obra, tecnologia, manutenção, matérias-primas), na quantidade usada, na reatividade química dos materiais envolvidos, nas emissões atmosféricas e líquidas, no custo de destinação dos resíduos sólidos, no método de destinação dos resíduos sólidos (reciclagem na própria empresa ou fora dela em aterro) e nos efeitos da atividade e dos poluentes gerados sobre a saúde humana.

**2.1.4. – Passo 4 – Identificar barreiras e suas soluções** – o principal objetivo é identificar as possíveis barreiras que possam impedir ou retardar a implementação e a execução do programa de P+L. A equipe deve conhecer tais barreiras e trabalhar,

consciente da existência delas, para encontrar soluções e evitá-las ou superá-las durante o desenvolvimento do programa.

As barreiras podem causar conflitos ou dificuldades dentro da empresa e colocar em risco o progresso da implementação da P+L. Cita-se algumas barreiras e soluções, descritas no manual “*Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção Mais Limpa*”, que fazem parte do texto “Demonstrando a Produção mais Limpa em Pequenas e Médias Empresas na Índia” (*Demonstrating Cleaner Production in SMEs in Índia*). Este texto é resultado do projeto *UNIDO - NPC experience of project “DESIRE”*, escrito por S. Luken para a UNIDO. Para facilitar sua identificação, as barreiras foram classificadas nas seguintes categorias: i) barreiras organizacionais; ii) barreiras sistêmicas; iii) barreiras de atitude; (iv) barreiras econômicas; (v) barreiras técnicas; (vi) barreiras governamentais; (vii) outras barreiras. Exemplos de cada um dos tipos de barreiras estão compilados no Quadro 2.1..

**Quadro 2.1. – Barreiras à implantação de P+L**

Tipo de barreira	Exemplos
<b>Barreiras organizacionais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- não envolvimento dos empregados em atividades de gestão ambiental, a não ser que sejam ordenados pelo gerente;</li> <li>- concentração de poder de decisão, mesmo para medidas de baixo custo para minimização de resíduos, diminuindo o envolvimento da equipe no programa;</li> <li>- ênfase na produção em detrimento do programa de minimização de resíduos;</li> <li>- alta rotatividade de pessoal técnico, diminuindo a capacidade da empresa na execução de projetos;</li> <li>- falta de reconhecimento – prêmios, bônus, reconhecimento público – ajudando a perpetuar a falta de iniciativa para iniciar novas atividades.</li> </ul>
<b>Barreiras sistêmicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falhas na documentação – registros e preenchimento diário de tabelas de entradas-saídas de materiais, energia, resíduos e efluentes – tornando o processo tedioso, pois o tempo necessário e o esforço dispensado na coleta destes podem diminuir o interesse e o compromisso da equipe pela falta de resultados durante este período;</li> <li>- sistema de gerenciamento inadequado ou ineficiente gerando insegurança aos funcionários e fazendo com que eles evitem trabalhos fora de sua rotina diária;</li> <li>- falta de capacitação profissional restringindo as habilidades e o entendimento dos funcionários com relação a novos assuntos como minimização de resíduos;</li> <li>- planejamento de produção preparado em um a base diária atrapalhando qualquer trabalho de natureza sistemática, como a gestão ambiental.</li> </ul>
<b>Barreiras técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de infra-estrutura – equipamentos para monitoramento, analíticos – limitando e encarecendo a coleta de dados básicos para o desenvolvimento do programa;</li> <li>- pessoal técnico limitado ou indisponível para guiar e atuar nos programas de P+L;</li> <li>- acesso limitado à informação técnica disponível e de casos de sucesso em minimização de resíduos que, quando existente e disponível no exterior, não se adequam à nossa realidade;</li> <li>- tecnologia limitada no que se refere aos equipamentos utilizados na produção. Muitas vezes, a utilização de alguns equipamentos são frutos de adequações e improvisos, ou seja, os equipamentos não foram construídos e desenvolvidos para o fim a que se propõem;</li> <li>- existência de alguns déficits tecnológicos da engenharia ambiental no que tange às soluções sustentáveis em determinados setores indústrias;</li> <li>- infra-estrutura de manutenção própria limitada apenas às manutenções de rotina.</li> </ul>
<b>Barreiras econômicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preços baixos e excesso de oferta dos recursos naturais, desestimulando medidas de minimização de resíduos;</li> <li>- pouca disponibilidade e os altos custos dos fundos demonstrando a falta de interesse, por parte das instituições financeiras, em financiar medidas de minimização de resíduos;</li> <li>- exclusão dos custos ambientais da análise econômica das medidas de minimização de resíduos dificultando a aceitação das mesmas;</li> <li>- planejamento e gestão inadequados, de um projeto de investimentos em minimização de resíduos, podendo vir a resultar em um benefício econômico e ambiental menor do que o esperado;</li> <li>- critérios de investimento de curto prazo são priorizados, muitas vezes, pela falta de linhas de financiamento disponíveis em tecnologias limpa;</li> <li>- predominância de incentivos fiscais, relativos à produção, com foco na quantidade e não na eficiência – custo de produção – dificultando assim a implantação de programas de P+L.</li> </ul>
<b>Barreiras de atitude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de uma cultura empresarial em “melhores práticas operacionais” – <i>good housekeeping</i>;</li> <li>- resistência a mudanças de práticas operacionais existentes devido ao receio do desconhecido;</li> <li>- falta de uma liderança corporativa necessária com uma visão de longo prazo;</li> <li>- supervisão ineficaz, muitas vezes por falta de uma política empresarial de capacitação para os cargos;</li> <li>- garantia do emprego, onde os empregados têm medo de cometerem falhas em atividades novas, como a minimização de resíduos, e perderem seus empregos;</li> <li>- o medo de cometer erros dissuade os empregados de implantar programas de gerenciamento de resíduos. Baseado na síndrome do “eu primeiro não” vê-se que os empregados têm vontade de testar uma idéia como segunda pessoa, contando que a mesma tenha sido implantada e bem sucedida antes, em outro lugar.</li> </ul>
<b>Barreiras governamentais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta do estabelecimento de uma política de cobrança, principalmente para a água subterrânea, estimulando as empresas a investirem na minimização do seu uso;</li> <li>- ênfase no fim-de-tubo, por parte das autoridades governamentais, em detrimento da importância na redução da geração de resíduos e emissões;</li> <li>- mudanças freqüentes na política industrial não incentivando os esforços de minimização de resíduos;</li> <li>- falta de incentivos para esforços de minimização de resíduos – concessões de impostos corporativos, licença de depreciação até cem por cento para medidas de controle de poluição.</li> </ul>
<b>Outras barreiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de apoio institucional que assistam os empreendedores no desenvolvimento e implantação de programas de P+L;</li> <li>- falta de pressão pública para o controle da poluição das empresas – pelas ONGs e o público em geral – condicionando o gerenciamento das corporações a terem um caráter mais despreocupado;</li> <li>- espaço limitado, em algumas empresas, tornando-se impeditivo à instalação de equipamentos necessários na implantação de opções de P+L.</li> </ul>

Fonte: O autor, com dados de SENAI.RS (2003b)



Com relação às possíveis barreiras encontradas ou existentes, deve-se ter em mente que elas podem variar muito em função do porte do empreendimento e da cultura empresarial. O primeiro passo para a superação das barreiras é a conscientização, por parte de todos – equipe de P+L, direção e gerências – sobre os benefícios da metodologia. Deve-se também demonstrar que a implementação do programa não é um processo em que se buscam “culpados”, bem como deixar claro que todos os participantes devem sentir-se à vontade para dar sugestões e idéias, sem serem questionados ou acusados de não terem percebido, anteriormente, as falhas ou opções de P+L identificadas.

Pode-se também utilizar algumas das seguintes abordagens para encontrar soluções às barreiras: apresentar a P+L como um desafio para o desenvolvimento positivo da empresa; apresentar a P+L como fator integrante do desenvolvimento de produtos e processos; apresentar casos bem sucedidos de outras empresas do mesmo setor industrial; coletar informações sobre P+L em bancos de dados, centros de pesquisa; coletar informações sobre alternativas tecnológicas implantadas com sucesso; avaliar a minimização do consumo de energia, da geração de resíduos e de emissões e os considerar como matérias-primas e insumos em potencial.

## **2.2. – FASE 2 – Pré-Avaliação**

**Objetivo:** Selecionar os focos para a fase de avaliação.

**Resultados esperados:**

- desenvolvimento dos fluxogramas de processo;
- estabelecimento de focos para a fase de avaliação;
- elaboração de preparativos para a composição da avaliação “do antes e do depois” da implantação do programa de P+L;
- implementação das oportunidades de P+L de baixo custo.

Esta fase é composta pelos seguintes passos:

- Passo 5 – Desenvolver o fluxograma do processo.
- Passo 6 – Avaliar as entradas e saídas.
- Passo 7 – Selecionar o foco da implementação de P+L.

A pré-avaliação pode, em alguns casos, ser integrada à fase de avaliação ou ser limitada a uma caminhada por toda a empresa – piso de fábrica e área externa. A equipe deve atentar-se para a necessidade de realizar o monitoramento antes de serem implantadas quaisquer oportunidades de P+L. Isso permite que a equipe de trabalho faça uma comparação “do antes e do depois” da implementação das oportunidades de P+L. É importante que as oportunidades de baixo custo sejam implementadas tão logo se identifique uma forma de monitorá-las, ajudando assim a motivar o pessoal da empresa.

Pode-se utilizar a folha de trabalho – Lista de Checagem para a Pré-Avaliação –, cujo modelo encontra-se no anexo VII, no início da segunda fase, para ajudar na sua organização. Pode-se também usá-la ao final dela para verificar se todos os assuntos importantes foram tratados.

**2.2.1. – Passo 5 – Elaborar o fluxograma do processo** – o principal objetivo é elaborar um fluxograma do processo produtivo, com as entradas e saídas de materiais e energia, descrevendo toda a instalação e todas as etapas por onde as matérias-primas são processadas e há consumo de energia e de água, até a obtenção do produto final. A equipe de P+L deve familiarizar-se com as etapas do processo produtivo, assim como com as instalações industriais – área de armazenagem, equipamentos, utilitários e instalações para tratamento e disposição de resíduos.

Toda a documentação e informações existentes relativas aos processos industriais existentes na empresa devem ser coletadas e revistas. Também as lacunas, ou seja, onde não se dispõe de dados, devem ser identificadas. Deve-se estudar o leiaute da empresa, o qual pode revelar informações úteis durante o desenvolvimento do programa de P+L e a elaboração do fluxograma. Algumas perguntas podem ajudar na orientação com relação à coleta dos dados documentados na empresa: (i) Existe uma planta ou leiaute do local? (ii) Há fluxogramas disponíveis dos processos de interesse? (iii) Alguma vez o consumo de energia e água e a geração de resíduos e emissões atmosféricas e hídricas do processo foram monitoradas? Tem-se acesso aos registros?(iv) Há um mapa da área adjacente que indica um projeto para o esgoto sanitário, cursos d’água, hidrologia e instalação das comunidades? (v) Existem outras fábricas ou plantas na área que podem ter processos similares? (vi) Quais são os resíduos e as emissões atmosféricas e hídricas associados aos processos produtivos? (vii) De quais processos ou operações vêm esses resíduos e emissões? (viii) Que resíduos e emissões são classificados como perigosos e quais não

são? (ix) Que matérias-primas são levadas para as correntes de resíduos e de emissões? (x) Onde são usadas as maiores quantidades de matérias-primas, materiais auxiliares e energia? (xi) São empregados produtos químicos que possuem instruções especiais para uso e manuseio? (xii) Há custos com o tratamento e a disposição de resíduos e o controle das emissões atmosféricas e hídricas? Quais são eles? (xiii) Onde estão os pontos de descarga de emissões líquidas e atmosféricas e a geração de resíduos sólidos?

Deve-se realizar uma caminhada pelas áreas da empresa – ou quantas forem necessárias – com o maior número de participantes possíveis da equipe de P+L, quando as unidades de operação de interesse estiverem operando na sua capacidade normal. O ideal é que a caminhada se estenda desde a área de armazenagem até o ponto onde os produtos são expedidos, os resíduos destinados e as emissões atmosféricas e hídricas lançadas ao meio ambiente.

A caminhada pode oferecer os seguintes benefícios para a equipe de trabalho: atualizar os membros da equipe sobre as operações da planta; documentar e verificar os fluxogramas; identificar outras pessoas da planta que possam ter conhecimento específico ou idéias; identificar oportunidades de P+L.

Durante a caminhada, deve-se conversar com os funcionários de chão de fábrica – frequentemente eles têm idéias ou informações úteis na caracterização das unidades de operação ou sobre oportunidades de P+L – embora não as reconheçam com esse nome. É importante que seja informado a todos que a caminhada não é um processo de acusação.

Uma série de perguntas, que irão ajudar na identificação de deficiências de processo, na geração e destinação de resíduos e na geração e controle das emissões atmosféricas e hídricas, deverão ser feitas. As oportunidades de P+L de baixo custo, que forem identificadas, deverão ser implementadas o mais rápido possível.

As perguntas são as seguintes: (i) As instalações industriais apresentam sinais de manutenção ineficiente? (ii) Existem derramamentos visíveis, recipientes com vazamento, água pingando ou escorrendo? (iii) Há descoloração ou corrosão nas paredes, superfícies de trabalho, forros, paredes ou tubos? (Isto pode indicar vazamentos no sistema ou equipamento com manutenção precária). (iv) Há sinais de fumaça, poeira ou vapores que indicam perdas de material? (v) Há odores estranhos ou ocorre irritação nos olhos, nariz ou garganta ao entrar pela primeira vez no local de trabalho? (Estes sintomas podem indicar vazamentos no sistema). (iv) Existe algum material estocado com data vencida ou materiais que não são mais usados, mas que ainda estão armazenados? (v) Existem recipientes abertos, tambores empilhados, prateleiras pequenas demais para o manuseio

adequado do estoque? (vi) Existe algum registro de atividades produtivas? (vii) A empresa estabelece objetivos gerais sobre a P+L? (viii) A empresa estabelece um sistema de registros dos materiais consumidos e resíduos gerados? (ix) A empresa define algum foco da implementação de P+L em determinadas correntes de resíduos e seções do processo de produção? (x) A empresa define tarefas individuais, se necessário? (xi) A empresa realiza (ou supervisiona) a implementação do programa de P+L? (xii) A empresa realiza (ou supervisiona) a análise de viabilidade técnica-financeira das oportunidades de P+L adequadas? (xiii) A empresa seleciona e apóia as oportunidades de P+L apropriadas para implementação? (xiv) A empresa cuida do financiamento e elabora um programa para implementação de práticas de P+L? (xv) A empresa supervisiona (ou dirige) o processo de implementação do programa de P+L? (xvi) A empresa monitora os resultados da oportunidade tão logo ela se torne operacional?

De posse dos dados obtidos em relação ao processo industrial, coletados em documentos ou nas visitas às áreas operacionais, passa-se à elaboração dos fluxogramas dos processos de interesse.

Destaca-se que a preparação de um fluxograma de processo detalhado e de boa qualidade, é um passo-chave para a análise global do referido processo, e forma a base para a compilação dos dados necessários para a confecção dos balanços de material e de energia.

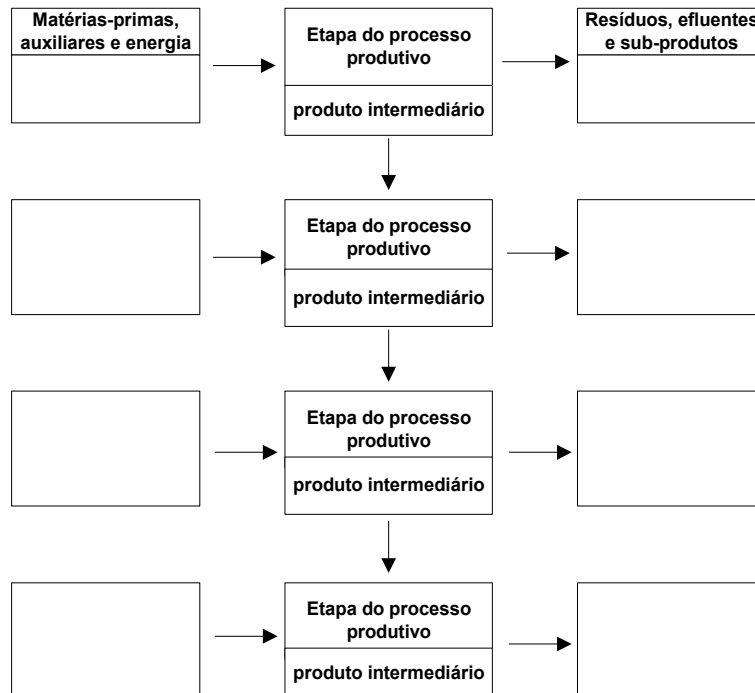
Os quadros que compõem o fluxograma devem listar e, por extensão, caracterizar as correntes de entradas e saídas, tendo especial cuidado com as correntes de reciclo. Realce os materiais sem custo ou de menor custo como água, ar, areia uma vez que eles, freqüentemente, terminam por ser a principal causa da geração de resíduos e de emissões atmosféricas e líquidas.

O fluxograma de processo deve também dar especial atenção a diversos passos, muitas vezes negligenciados nos fluxogramas de processo tradicionais, no que se refere: à armazenagem e manuseio de materiais; à manutenção e conserto dos equipamentos; aos resíduos e efluentes liberados para o meio ambiente como, por exemplo, as emissões fugitivas.

O fluxograma de processo pode ser complementado com equações de reações químicas mais relevantes, para facilitar a compreensão do processo. Os materiais que são usados ocasionalmente ou que não aparecem nas correntes de produtos (por exemplo: catalisadores, óleo refrigerante) e os processos em batelada e contínuos devem também ser adequadamente destacados. Um olhar de relance na instalação toda pode oferecer à equipe

de P+L informações adequadas para determinar quantas unidades de processo existem dentro da instalação, e quais são as unidades de processo que serão selecionados para serem o foco da implementação de programas de P+L.

A Figura 2.2, apresentada a seguir, é um exemplo esquemático de um fluxograma de processo de plantas industriais. A unidade de processo é uma parte do processo industrial onde ocorre uma transformação física ou uma transformação química dos materiais que estão sendo processados, e podem ser identificadas facilmente, com base nos diversos elementos que compõem a instalação da unidade de processo. Durante a Fase de Avaliação será elaborado um balanço de material para cada um dos elementos que compõem a unidade de processo, os quais, juntos, resultarão no balanço de material da unidade de processo considerada.



**Figura 2.2. Fluxograma Geral de um Processo Produtivo**

Fonte: SENAI/RS (2003b)

Deve-se atentar para uma série de regras que são apresentadas nos manuais sobre P+L, para o correto preenchimento do fluxograma, tomando como base o modelo apresentado na Figura 2.2, as quais estão destacadas a seguir: (a) elaborar um fluxograma para cada etapa do processo produtivo (unidades de processo); (b) as informações devem ser qualitativas e discriminadas da forma mais completa possível; (c) todas as entradas e saídas devem ter nomes próprios, uma vez que podem existir várias entradas de um mesmo

material ou forma de energia em etapas diferentes do processo, representadas no fluxograma, bem como podem existir diversas saídas de itens diferentes, (em geral, associadas à geração de resíduos sólidos, por exemplo) em etapas diferentes representadas no fluxograma; (d) utilizar nomes próprios para identificar cada etapa do processo (unidade de processo), (e) abaixo do nome de cada etapa do processo, escrever o nome do produto intermediário gerado na unidade.

É importante salientar que esta é uma análise qualitativa de entradas e saídas de materiais e energia em cada uma das etapas de processo e que os itens de maior significância serão objeto de posterior detalhamento e quantificação na forma de balanços de massa e de energia.

**2.2.2. – Passo 6 – Avaliar as entradas e as saídas** – o objetivo deste passo é determinar se, com base no senso comum, a razoabilidade das saídas de materiais e energia que ocorrem nas unidades de processo, em comparação com as entradas. Procede-se, então, a uma estimativa bruta das quantidades de matérias-primas e insumos auxiliares consumidos e de produtos, subprodutos, resíduos e emissões produzidos e perdas de energia em cada unidade de processo. A análise dos resultados dessa estimativa é usada para subsidiar a realização do próximo passo, que se refere ao foco da implementação de P+L.

Ainda neste passo, a equipe de trabalho deve considerar se o sistema de monitoramento e análise existente é adequado. Se o sistema atual for inadequado deve-se tomar providências, dentro das práticas de operação existentes, para registrar, periodicamente, as quantidades e a composição das correntes de entradas e saídas, as quais deverão ser suficientemente precisas para permitir fazer uma comparação da situação “antes e depois” da implantação de práticas de P+L. Não se espera que sejam instalados sistemas complicados de monitoramento e análise.

**2.2.3. – Passo 7 – Selecionar o foco da implementação de produção mais limpa** – o objetivo aqui é determinar se o foco (ou os focos) para a implementação da P+L determinados com base nos resultados e nas conclusões a que se chegou, quando da realização dos passos anteriores. Os focos escolhidos passarão a ter novas metas, mais refinadas, ou seja, novos objetivos quantitativos da implementação de práticas de P+L. A

princípio, todas as unidades de processo podem ser candidatas a foco da P+L, porém, por motivos práticos, deve ser feita uma seleção dos processos e unidades de processo que trarão mais benefícios, quando da aplicação da metodologia.

Cita-se alguns critérios que devem ser observados para que a escolha dos focos de implantação de P+L seja mais vantajosa: (a) aceitação por todas as pessoas envolvidas; (b) nível de periculosidade para o meio ambiente; (c) custos das matérias-primas; (d) submissão a regulamentos e taxações presentes e futuros; (e) custos do gerenciamento de resíduos e emissões (tratamento e disposição); (f) potencial de responsabilidade ambiental; (g) quantidade de resíduos e emissões; (g) consumo de energia; (h) propriedades perigosas dos resíduos e emissões (incluindo toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade); (i) perigos à segurança dos empregados e às áreas vizinhas; (j) potencial para (ou facilidade de) P+L; (l) potencial para a remoção das condições que retardam o progresso da produção ou de correntes de resíduos e emissões; (m) potencial para recuperação de subprodutos valiosos; (n) orçamento disponível para a implementação de P+L; (o) potencial de subsídios ou garantias para investimento em tecnologias mais limpas; (p) expectativas com relação à competitividade futura.

Pode-se, também, fazer um resumo da situação ambiental da empresa com o intuito de ajudar a equipe de P+L, a gerência e a direção, na seleção dos focos prioritários para implementação de P+L, com auxílio da *Folha Resumo da Situação Ambiental da Empresa*, cujo modelo está apresentado no anexo VIII.

As informações coletadas durante esta fase devem ser documentadas e arquivadas, pois são pré-requisitos para a implantação das práticas de P+L e fundamentais para a comparação dos resultados com base na situação “antes e depois” da implementação das oportunidades de P+L, bem como, por terem grande utilidade para a continuidade do programa de P+L.

### **2.3. – FASE 3 – Avaliação**

#### **Objetivo:**

Identificar as possíveis oportunidades de P+L e selecionar aquelas que possam ser implementadas imediatamente e as que demandarão estudos de viabilidade para sua seleção.

## Resultados:

- balanços de material e energia são realizados e analisados;
- identificação pormenorizada das fontes e causas da geração de resíduos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas;
- é gerada, por ordem de prioridade, uma lista com as oportunidades de P+L selecionadas.

Esta fase é composta dos seguintes passos:

- Passo 8 – Originar um balanço de material e/ou energia.
- Passo 9 – Conduzir uma avaliação das fontes e causas.
- Passo 10 – Gerar as oportunidades de P+L.
- Passo 11 – Selecionar as oportunidades de P+L.

O balanço de materiais é o cerne da implementação de P+L e possui o fluxograma de processo, elaborado na fase anterior, como base para o seu desenvolvimento. É a partir do balanço de material e energia que se conhece as quantidades de matérias-primas, água e energia realmente incorporadas aos produtos e as quantidades dessas entradas que são transformados em resíduos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. É, também, por meio do desenvolvimento e da análise do balanço de material que se identifica as fontes e as possíveis causas de geração de resíduos e efluentes.

Deve-se usar o bom senso durante a elaboração do balanço de material, obtendo-se dados, os mais precisos possíveis, sem gastar uma quantidade desproporcional de tempo e dinheiro para sua coleta.

Pode-se utilizar a folha de trabalho *Lista de Checagem para a Avaliação*, cujo modelo está apresentado no anexo IX, para ajudar a organizar as atividades da presente fase, como também para, ao seu final, verificar se todos os assuntos pertinentes a ela foram tratados.

**2.3.1. – Passo 8 – Originar um balanço de material e/ou de energia** – o objetivo do balanço de material não é apenas identificar quantitativamente as entradas e saídas dos processos, mas também os custos associados aos mesmos.



Algumas fontes de informação que podem ser utilizadas na identificação dos dados quantitativos necessários, para a geração de um balanço de massa, estão elencadas a seguir: registros de compras; relações de materiais; registros da composição dos lotes; informações dos fornecedores sobre os produtos; especificações do produto; diários de operação; procedimentos padrão de operação e manuais de operação; amostras, análises e medições de matérias-primas, materiais de entrada, produtos, resíduos, efluentes e emissões; contas de energia; relatórios de emissões; procedimentos de limpeza e verificação de dados quanto à exatidão e pertinência do equipamento; formulários de resíduos e emissões; literatura, consultores e entrevistas com empregados do chão-de-fábrica.

Com relação aos custos, é necessário observar os diversos componentes de custos direta e indiretamente ligados aos resíduos sólidos e emissões, tais como: custo de matérias-primas em resíduos e emissões; custo de produtos em resíduos e emissões; custo de energia em produtos, resíduos e emissões; custo de tratamento de resíduos e emissões para conformidade com as exigências das regulamentações; custo de transporte e disposição de resíduos; custo de manutenção.

Em sua forma mais simples, o balanço de material e/ou energia é representado pela equação abaixo, que leva em conta o princípio da conservação de massa.

**(2.1.)**

**Entrada + Geração – Saída – Consumo = Acúmulo**

O termo *acúmulo* representa a variação da massa com o tempo no interior do processo, e pode ser positivo ou negativo, dependendo se a massa está aumentando ou diminuindo dentro do sistema considerado. Os termos geração e consumo significam ganho ou perda por reação química, e aparecem quando a equação do balanço for aplicada em relação aos componentes do processo.

Se o balanço for aplicado ao processo global, a massa gerada dos produtos (*saída*) será igual à massa consumida dos reagentes (*entrada*), como Lavoisier descobriu. Em um processo, as *entradas* incluem matérias-primas, insumos, água e energia e as saídas incluem produtos, subprodutos, resíduos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Os materiais e energia podem acumular-se em um ponto do processo por um determinado período de tempo. A unidade de medida para as entradas e saídas pode variar de caso a caso, mas devem ser consideradas as seguintes orientações: 1<sup>a</sup>. O período tomado como base de cálculo deve ser tal que facilite a determinação das quantidades envolvidas, por

exemplo, t/ano ou kg/hora; 2ª. Se a produção for por lotes (em batelada), a quantidade de material deverá ser medida em pelo menos dois lotes, incluindo o armazenamento de matérias-primas e as operações de limpeza; 3ª. Calcular os volumes de gases e vapores nas condições padrão; 4ª se as perdas de processo estiverem associadas com paralisações habituais na empresa, poderão ser necessários longos períodos para a avaliação.

Antes do balanço de material ser elaborado, a unidade de processo deve ser definida cuidadosamente. Os balanços de material são mais fáceis, mais significativos e mais exatos quando são feitos para unidades de processo. Um balanço de material para a empresa pode ser desenvolvido a partir do somatório dos balanços de material de unidades de processo e, é claro, a lei da conservação da massa deve ser observada, ou seja, as entradas devem igualar-se às saídas mais o que ficou acumulado. Qualquer discrepância na equação representa erros de medida ou materiais não contabilizados.

Com relação às entradas de material, é interessante dividir o trabalho: enquanto parte da equipe estiver investigando as entradas, trocando idéias ou observando as operações em ação na unidade de processo, a equipe do projeto deve estar pensando sobre como melhorar a eficácia das operações na unidade.

As **entradas** do processo podem ser indicadas como: (a) matérias-primas, insumos e auxiliares; (b) água; (c) energia (eletricidade e combustíveis).

Com relação às **matérias-primas, insumos e auxiliares**, devem ser respondidas as seguintes perguntas gerais, que auxiliarão na geração dos dados necessários à elaboração do balanço de material:

- Que matérias-primas, insumos e materiais auxiliares são usados no processo?
- Qual é a sua função no processo de produção?
- Em que quantidades eles são usadas?
- Quais são os custos das matérias-primas, insumos e materiais auxiliares?
- Esses materiais apresentam características de periculosidade para as pessoas e para o meio ambiente?

Pode-se realizar a quantificação das matérias-primas, insumos e materiais auxiliares por meio da observação ou adotando-se procedimentos simples de contabilidade. Em muitas situações, as operações onde ocorrem as maiores perdas de matéria-prima, insumos e materiais auxiliares são a armazenagem e a transferência de materiais. Devem ser analisadas as informações referentes a essas operações juntamente com os registros de compra de materiais, para se determinar o real valor da entrada de materiais no processo.

Com relação à **água**, devem ser respondidas as seguintes perguntas gerais, que auxiliarão na elaboração do balanço de material:

- Onde a água é utilizada no processo?
- Por que ela é usada no processo de produção?
- Qual a quantidade de água consumida?
- Qual é o custo do consumo de água?

A não ser que sirva para a reação química em um processo específico, o uso da água é fator que deve ser considerado em todos os programas e ações de P+L. Em geral, o uso da água na lavagem e resfriamento é, freqüentemente, negligenciado, embora represente uma área onde a redução no consumo pode, muitas vezes, ser conseguida de modo simples e econômico.

Os pontos destacados a seguir devem ser considerados ao se investigar sobre o uso da água em instalações industriais, com o intuito de diminuir seu consumo e os custos de produção:

(a) o controle mais rígido do uso da água pode reduzir o volume de água residual que requer tratamento e resulta em economia de recursos financeiros – às vezes é possível reduzir os volumes de água consumida e aumentar as concentrações do efluente a ponto de tornar economicamente viável a recuperação de materiais; (b) a atenção às boas práticas de operação, freqüentemente, reduz o uso e, por sua vez, a quantidade de água residual descartada para o esgoto; (c) o custo de armazenagem da água para reuso pode ser menor do que aquele para tratamento e disposição de efluentes industriais; (d) a possibilidade de implantar operações de enxágüe em contracorrente, de modo que o reuso da água de enxágüe possa reduzir a quantidade demandada; (e) insumos energéticos podem ser economizados se apenas o volume de água (ou de vapor d'água) necessário for aquecido.

Com relação à **energia**, devem ser respondidas as seguintes perguntas gerais, que auxiliarão na elaboração do balanço de energia:

- Em que pontos do processo os insumos energéticos são consumidos?
- Qual é a função desses insumos no processo?
- Em que quantidades eles são consumidos?
- Quais são os custos associados ao consumo de insumos energéticos?

Às vezes, os balanços de energia e de materiais podem ser feitos separadamente. No entanto, sendo a P+L uma abordagem integrativa, os balanços de energia e de material são integrados.

Pode ser difícil obter informações detalhadas sobre o consumo de energia quando não existem medidas individuais para as operações da unidade de processo. Uma idéia

sobre o consumo de eletricidade pode ser conseguida observando-se quantidade de quilowatts necessários para alimentar um dado equipamento, de acordo com suas prescrições. Contudo, é preciso ter o cuidado de considerar que, devido à manutenção precária e a obsolescência do equipamento, o uso de energia pode tornar-se muito mais alto do que o indicado.

As **saídas** de processo são as seguintes: (a) produtos e subprodutos; (b) resíduos sólidos e lodos; (c) efluentes líquidos; (d) emissões atmosféricas; (e) energia (perdas de processo).

Com relação aos **produtos e subprodutos**, devem ser respondidas as seguintes perguntas que auxiliarão na elaboração do balanço de material:

- Quais são os produtos e subprodutos?
- Em que quantidades são produzidos?
- Há componentes perigosos nos produtos e subprodutos?
- Qual é a dimensão da perda do produto e quais são os custos associados a essa perda?
- Existe uma unidade de reciclagem para os produtos rejeitados?

Deve-se observar que, devido à perda de produto durante o manuseio, o transporte ou por roubo, a quantidade de produtos vendidos por uma companhia, nem sempre, é igual à quantidade produzida.

Com relação aos **resíduos sólidos e lodos** acumulados na corrente de água residual, devem ser feitos os seguintes questionamentos:

- Onde se originam os resíduos?
- As operações de fabricação poderiam ser otimizadas para produzirem menos resíduos?
- Poderiam ser usadas matérias-primas alternativas que produziriam menos resíduos?
- Existe um componente específico que torna os resíduos perigosos? Esse componente poderia ser isolado?
- Os resíduos contêm materiais valiosos de modo a tornar viável sua recuperação?
- Os resíduos podem ser reciclados?

Alguns resíduos sólidos podem ser aproveitados, sendo transferidos de uma unidade de processo para outra. Outros requerem modificações para o seu reuso. As correntes de resíduos reusados devem ser quantificadas também.

A avaliação do fluxo de **efluentes líquidos** e de sua carga poluidora – considerados, também, matéria-prima desperdiçada – é essencial para a conclusão do balanço de material. Algumas sugestões que poderão ser usadas na investigação dos fluxos de efluentes líquidos são assinaladas: 1ª. identificar os pontos de descarga de efluentes (deve-se considerar os diversos pontos de descarga de efluentes líquidos); 2ª identificar os pontos de lançamento dos efluentes de diferentes unidades de processo e quais contribuem para a formação do fluxo geral; 3ª identificar as instalações de tratamento dos efluentes líquidos e as correntes de reciclagem interna; 4ª Propor um programa de monitoramento para toda a planta industrial e coletar amostras em condições de operação diferentes, tais como produção plena, início, paralisação e lavagem.

As **emissões atmosféricas** nem sempre são óbvias e podem ser de difícil medição. Os indicadores de emissões atmosféricas podem ser evidenciados ao se responder às seguintes perguntas:

- Existem odores associados a uma unidade de processo?
- Existem períodos em que as emissões atmosféricas são mais intensas? Em caso afirmativo, elas estão vinculadas à temperatura, ao acúmulo de sujeira nos filtros?
- Há equipamento para controle de poluição?
- As emissões atmosféricas ocorrem em lugares confinados (incluindo emissões fugitivas) com saída para o exterior?
- Os efluentes atmosféricos passam por lavadores de gás? O que é feito com a solução de depuração usada? Poderia ser convertida em um produto útil?
- Os funcionários usam equipamentos de proteção, tal como máscaras?

A **energia** é um elemento de custo significativo para a maior parte das unidades de produção. A energia pode ser perdida por radiação, nos vapores, produtos quentes, resíduos quentes e água refrigerante.

Quanto à **energia** devem ser respondidas as seguintes perguntas, para auxiliar na elaboração do balanço de energia:

- Quais são as perdas de energia existentes?
- Qual a extensão dessas perdas?
- Quais são os custos associados a essas perdas?

A realização do balanço de material e/ou energia deve abranger um período representativo de operação da unidade industrial. Isso significa que os processos e as operações usualmente associados à unidade de processo devem ser analisados durante todo o período, em pequenos intervalos de tempo. Se o balanço for elaborado para um pequeno

período, haverá necessidade de se realizar um monitoramento mais preciso e freqüente das correntes de resíduos.

Algumas orientações devem ser seguidas para o desenvolvimento do balanço de material: (a) conferir a consistência das unidades usadas; (b) quanto mais caro ou mais tóxico for o material considerado, mais preciso deve ser o balanço; (c) o balanço torna-se mais significativo quando é feito para cada material, separadamente.

Uma folha de trabalho para a elaboração do balanço de material e energia encontra-se apresentada no Quadro 2.2, onde, uma vez identificadas as entradas e as saídas de materiais e energia, e imputados seus custos, pode-se obter o balanço para uma dada unidade de processo.

**Quadro 2.2. – Folha de Trabalho para o Balanço de Material**

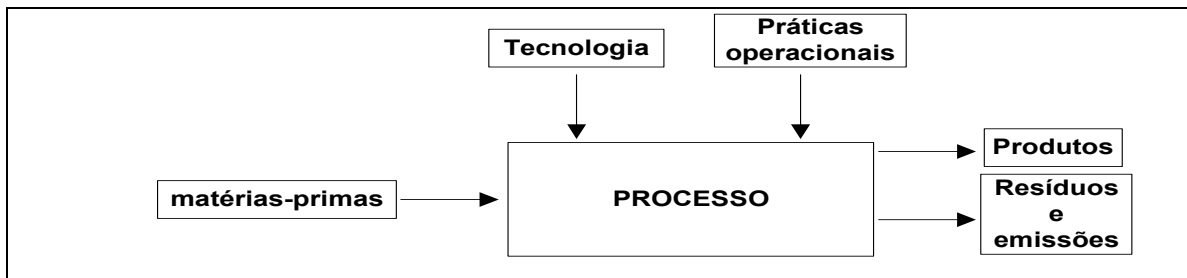
Entrada			Unidade de Processo	Saída		
Matérias-primas, insumos, auxiliares, água e energia	Quantidade anual	Custos anuais		Produto, subproduto, resíduo sólido e lodos, efluentes líquidos, emissões gasosas e energia.	Quantidade anual	Custos anuais

Fonte: SENAI/RS (2003b)

**2.3.2. – Passo 9 – Conduzir uma avaliação de fontes e causas** – o objetivo é destacar as fontes e identificar as causas de geração de resíduos e de emissões atmosféricas e hídricas e das perdas de energia. Três perguntas devem ser respondidas neste passo para ajudar na identificação das oportunidades de P+L:

- Onde os resíduos e emissões atmosféricas e hídricas são gerados (FONTES)?
- Onde ocorre perda de energia (FONTES)?
- Por que eles ocorrem (CAUSAS)?

Os cinco elementos essenciais envolvidos num processo de produção são as matérias-primas, a tecnologia, as práticas operacionais, os produtos e os resíduos e emissões de poluentes, conforme assinalado no diagrama da Figura 2.3. Um foco nestes elementos pode ajudar na identificação das fontes e das causas de geração de resíduos e de emissões atmosféricas e hídricas.



**Figura 2.3. Os Cinco Elementos de um Processo**

Fonte: SENAI.RS (2003b)

Várias podem ser as causas de geração de resíduos, emissão de poluentes atmosféricos e hídricos e de perda de energia, relacionadas a estes elementos do processo, conforme destacado no Quadro 2.3.

**Quadro 2.3. – Causas de perda de material e energia, segundo P+L**

<b>Origem das causas</b>	<b>Exemplos</b>
<b>Matérias-primas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- uso de matérias-primas baratas abaixo do padrão;</li><li>- falta de especificações de qualidade;</li><li>- deficiência no suprimento;</li><li>- sistema inadequado de gerência de compras;</li><li>- armazenagem inadequada.</li></ul>
<b>Tecnologias (operacional e de manutenção)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- consumo de água e de ar sem conferência;</li><li>- acionamento desnecessário de equipamentos;</li><li>- carregamento inadequado;</li><li>- falta de manutenção preventiva;</li><li>- manutenção não muito favorável das condições do processo;</li><li>- vazamento em torneiras, válvulas e roscas;</li><li>- derramamentos na transferência de correias e canos;</li><li>- transbordamento de tanques.</li></ul>
<b>Tecnologias (processo/design do equipamento)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- capacidade do equipamento mal dimensionada;</li><li>- seleção de material não muito favorável;</li><li>- design propenso à manutenção;</li><li>- adoção de passos evitáveis no processo;</li><li>- falta de informações e capacidade de design.</li></ul>
<b>Tecnologias (layout)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- expansão não planejada;</li><li>- plano precário de utilização do espaço;</li><li>- plano ruim de movimentação do material.</li></ul>
<b>Tecnologias (propriamente ditas)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- continuação da mesma tecnologia apesar da mudança do produto e/ou matéria-prima;</li><li>- alto custo de melhor tecnologia;</li><li>- pequeno tamanho da planta;</li><li>- falta de informações.</li></ul>
<b>Práticas operacionais (pessoal)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- falta de disponibilidade de recursos humanos qualificados;</li><li>- operação ritualística;</li><li>- falta de um sistema de treinamento formalizado;</li><li>- falta de instalações para treinamento;</li><li>- insegurança no trabalho;</li><li>- medo de perder segredos comerciais;</li><li>- número de pessoas inferior ao necessário e, por esta razão, trabalho sob pressão;</li><li>- dependência crescente de trabalho casual ou por contrato.</li></ul>
<b>Práticas operacionais (desmotivação dos empregados)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- falta de reconhecimento;</li><li>- ausência de um sistema de recompensa e punição;</li><li>- ênfase somente na produção, não nas pessoas;</li><li>- falta de comprometimento e atenção da alta direção.</li></ul>
<b>Produtos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- proporção ineficiente entre produtos e subprodutos;</li><li>- especificações de qualidade excessivamente altas;</li><li>- design do produto impraticável;</li><li>- embalagem;</li><li>- produto composto de materiais perigosos.</li></ul>
<b>Resíduos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- não separação de resíduos;</li><li>- desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos;</li><li>- não recuperação de energia nos produtos, resíduos e emissões;</li><li>- manuseio inadequado.</li></ul>

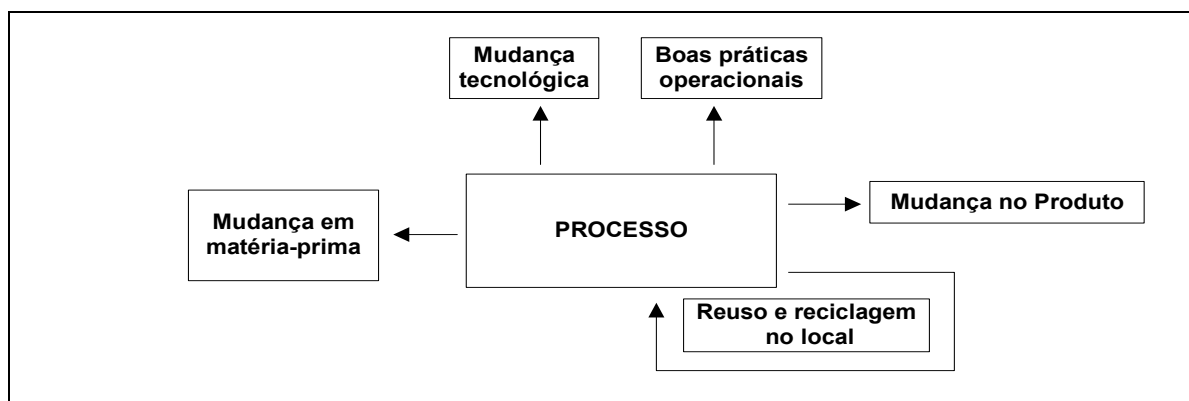
Fonte: O autor, com dados de SENAI.RS (2003b)

**2.3.3. – Passo 10 – Gerar as oportunidades de P+L** – esta é a fase criativa da P+L. Uma vez conhecidas as fontes e as causas da geração de resíduos e das emissões de poluentes, identifica-se um conjunto abrangente de oportunidades de P+L. Tendo à mão o fluxograma do processo e os balanços de materiais e de energia, pode-se escolher a



unidade de processo, o material, as correntes de resíduos e de emissões para a qual seja mais interessante adotar ações de P+L.

Para a identificação das oportunidades de P+L, muitas vezes é útil dividir a unidade de processo em seus principais elementos, conforme apresentado no diagrama da Figura 2.4.



**Figura 2.4. Elementos do Processo para Oportunidades de P+L**

Fonte: SENAI/RS (2003b)

Alguns possíveis exemplos de modificações e de intervenções nos elementos da unidade de processo, com o intuito de auxiliar na identificação das oportunidades de P+L, podem ser:

(a) **Mudança na matéria-prima**, por meio da redução ou eliminação do emprego de materiais perigosos no processo de produção, ou por meio da utilização de materiais de melhor qualidade, evitando a geração de resíduos perigosos. (b) **Mudança tecnológica**, que é obtida a partir de modificações, de menor ou maior vulto, no processo tecnológico e nos equipamentos e instalações. As mudanças tecnológicas incluem: mudanças no processo de produção; modificação do equipamento, layout ou tubulação; uso de automação e mudanças nas condições do processo, tais como taxas de fluxo, temperaturas, pressões e tempos de residência. (c) **Boas práticas operacionais**, que são obtidas por meio da adoção de medidas de procedimentos administrativas ou institucionais que a companhia pode usar para minimizar os resíduos e emissões. As boas práticas operacionais podem ser implementadas a baixo custo, e incluem: práticas de gerenciamento e de pessoal; manuseio de material e práticas de inventário; treinamento de empregados; prevenção de perdas; separação de resíduos; práticas de contabilização de custos e programação da produção. (d) **Mudança no produto**, que é feita com o intuito de reduzir os resíduos e as emissões decorrentes da fabricação, do uso e do descarte dos produtos. Essas mudanças incluem:

mudanças nos padrões de qualidade; mudanças na composição do produto; durabilidade do produto e substituição do produto. (e) **Reuso e reciclagem no local**, envolvendo o retorno de um material residual ou para o processo que o originou, como um substituto para um material de entrada, ou para outro processo como material de entrada.

Após se garantir que a equipe de P+L esteja ciente do funcionamento dos processos produtivos, de suas entradas e de suas saídas, assim como, das fontes e causas de geração de resíduos e emissões hídricas e atmosféricas, deve ser realizada uma sessão de *brainstorming*, durante a qual irão aparecer idéias de oportunidades de P+L para implementar o programa. É importante ressaltar que as oportunidades de P+L identificadas, de baixo custo e que, realmente, tragam benefícios ambientais e econômicos à empresa, devem ser implementadas o mais rapidamente possível para servirem como motivação para a equipe e para a direção da empresa

**2.3.4. – Passo 11 – Selecionar as oportunidades de P+L** – o objetivo deste passo é fazer uma triagem das oportunidades de P+L, identificadas no passo anterior, priorizando as que parecem ser mais promissoras e reservando as menos promissoras para serem consideradas em um estudo posterior. As idéias obscuras devem ser esclarecidas, as oportunidades similares ou duplicadas devem ser fundidas, e todas as oportunidades de P+L identificadas devem ser discutidas, para se ter certeza de que são, de fato, oportunidades de P+L. As que forem inviáveis, obviamente, serão eliminadas da lista e as que apresentarem grande dificuldade de implantação – dificuldades econômicas, ambientais, tecnológicas e logística – serão apartadas para serem avaliadas posteriormente.

Deve-se utilizar o “senso comum” e a compreensão das questões ambientais, técnicas e econômicas na priorização das oportunidades de P+L. Deve-se, também, considerar a na disponibilidade, praticabilidade, efeito ambiental e viabilidade econômica das oportunidades de P+L consideradas. Algumas perguntas podem ser feitas com o intuito de ajudar na seleção das oportunidades de P+L:

- A oportunidade de P+L está disponível?
- É possível encontrar um fornecedor que possa fornecer o equipamento necessário ou o material de entrada?
- É possível contratar um consultor para auxiliar no desenvolvimento de uma alternativa?
- A oportunidade de P+L já foi aplicada em algum outro lugar?

- Se positivo, quais são os resultados obtidos?
- A oportunidade de P+L se ajusta ao modo com que a empresa opera?
- A oportunidade de P+L está alinhada com o produto da empresa?
- Quais são as conseqüências das oportunidades de P+L para a logística interna, durante todo o cronograma e planejamento da produção?
- A oportunidade de P+L exige ajustes técnicos ou operacionais em outras partes do processo produtivo ou do setor? Quais?
- A mudança requer treinamento adicional da direção e dos empregados?

#### **2.4. – FASE 4 – Estudo de Viabilidade**

##### **Objetivo:**

Selecionar as oportunidades de P+L que serão implementadas por meio de avaliações de sua viabilidade, considerando seus aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais.

##### **Resultados:**

- as oportunidades de P+L viáveis são selecionadas;
- os resultados esperados para cada oportunidade de P+L são documentados.

Essa fase é composta pelos seguintes passos:

- Passo 12 – Avaliação preliminar.
- Passo 13 – Avaliação técnica.
- Passo 14 – Avaliação econômica.
- Passo 15 – Avaliação ambiental.
- Passo 16 – Seleção de oportunidades de P+L.

Muitas das oportunidades de P+L não necessitam de estudos pormenorizados de viabilidade devido às suas facilidades de implantação e aos benefícios óbvios que alcançam. Para a maioria das empresas, a avaliação que mais influenciará na tomada da

decisão de se implementar ou não uma oportunidade de P+L é a avaliação da viabilidade econômica.

Pode-se utilizar uma folha de trabalho *Lista de Verificação para o Estudo de Viabilidade*, cujo modelo encontra-se apresentado no anexo X, a qual é útil para ajudar a organizar o desenvolvimento desta fase. Esta lista de verificação pode ser usada ao final desta fase, no intuito de se avaliar se todos os assuntos importantes foram tratados.

**2.4.1. – Passo 12 – Avaliação preliminar** – o objetivo é determinar o nível de detalhamento e as informações adicionais necessárias para que cada oportunidade de P+L possa ser avaliada. Portanto, este passo determina qual o nível de avaliação técnica, econômica e ambiental deverá ser considerado em relação a cada oportunidade de P+L selecionada. Antes de submeter as oportunidades de P+L selecionadas às avaliações técnica, econômica e ambiental deve-se classificá-las como:

- Oportunidades de procedimentos e de empregados *versus* oportunidades técnicas.
- Oportunidades relativamente simples *versus* oportunidades complexas.
- Oportunidades de baixo custo *versus* oportunidades onerosas.

Vale destacar que algumas oportunidades não necessitam de uma avaliação tão abrangente.

Ao final deste passo, devem ter sido obtidas todas as informações necessárias para a condução dos estudos de viabilidade, assim como o nível de detalhamento da avaliação de cada uma das oportunidades de P+L selecionadas. Deve-se fazer o registro das informações desejadas que não foram conseguidas.

**2.4.2. – Passo 13 – Avaliação técnica** – o objetivo deste passo é determinar e avaliar o impacto e a viabilidade técnica das oportunidades de P+L selecionadas. Geralmente, todos os investimentos maiores requerem uma avaliação técnica. A preparação de uma lista de verificação típica para a avaliação técnica poderá ajudar no desenvolvimento deste passo. Destacam-se os seguintes itens: 1. Descrição da oportunidade de P+L; 2. Natureza da oportunidade de P+L: (a) mudanças de equipamento; (b) mudanças na organização da produção; (c) mudanças nas matérias-primas ou em materiais de entrada; 3. Natureza da mudança: (a) especificação geral do equipamento; (b) fluxograma simples do processo; (c) balanço de material e/ou balanço de energia (d) em

procedimentos e gerenciamento da produção; (e) em matérias-primas e produtos auxiliares; (f) no leiaute; (g) nas instalações e serviços requeridos (água, combustível, eletricidade, ar comprimido, gás inerte); 4. Efeito sobre a produção: (a) sobre a qualidade do produto; (b) sobre a capacidade de produção; (c) sobre a duração da parada de produção; (d) sobre os riscos potenciais quanto à produção, qualidade do produto e capacidade de produção; (e) sobre a organização da produção; 5. Efeito sobre o número essencial de empregados; 6. Treinamento requerido; 7. Licenças ambientais exigidas (licença de instalação, licença de operação), e observação da legislação sobre emissão de poluentes atmosféricos e poluição do ar, sobre geração e destinação de resíduos sólidos, sobre poluição hídrica e outras regulamentações ambientais pertinentes; 8. Exigências de manutenção da instalação modificada; 9. Espaço para armazenagem, transporte e circulação dos materiais, produtos, sub-produtos adicionais; 10. Controle químico e laboratorial adicional.

A avaliação técnica determinará, com base nos resultados dos itens acima destacados, se a oportunidade de P+L irá requerer mudanças de pessoal, operações adicionais, pessoal de manutenção, treinamento adicional dos técnicos e empregados, assim como exigência de novas licenças ambientais. As experiências de outras companhias com oportunidades de P+L similares seriam muito úteis para a avaliação pretendida e poderiam, inclusive, eliminar muitos testes laboratoriais e ensaios, necessários para a determinação do sucesso da oportunidade de P+L a ser implementada.

Pode-se utilizar uma folha de trabalho *Avaliação Técnica*, cujo modelo está apresentado no anexo XI, a qual pode ser útil quando não se puder realizar uma avaliação técnica mais detalhada.

**2.4.3. – Passo 14 – Avaliação econômica** – o objetivo deste passo é avaliar o benefício financeiro de uma oportunidade de P+L. Essa é a avaliação, no estudo de viabilidade das oportunidades de P+L, que possui maior peso na seleção das opções de P+L pelas empresas. É importante selecionar as melhores oportunidades de P+L, baseando-se nos benefícios financeiros – lucratividade – que delas poderão resultar. A implantação de oportunidades de P+L sem uma avaliação racional dos critérios econômicos pode resultar em um fracasso e dificultar outras iniciativas futuras de P+L. No anexo XII, apresenta-se um modelo de folha de trabalho *Avaliação Econômica* que poderá ser útil nesta avaliação.

As medidas que são utilizadas como padrão de lucratividade e indicadas para a avaliação econômica são o Período de Recuperação do Capital Investido, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Para se fazer a análise de lucratividade – considerando as medidas padrão de lucratividade estabelecidas – deve-se coletar dados dos gastos com o investimento total, das receitas e gastos operacionais atuais e das receitas e gastos operacionais estimados após a implantação da oportunidade de P+L. O objetivo da coleta de dados, referentes ao cálculo do investimento total, é determinar as necessidades de recursos financeiros para a execução do projeto, da sua fase de concepção até o início efetivo da produção. Os principais itens do investimento total, considerados na avaliação econômica, podem referir-se a:

1. Máquinas e equipamentos: inclui o preço de compra, fretes e seguros, impostos, taxas etc. Dentro da rubrica “máquinas e equipamentos” é importante incluir todos os acessórios e equipamentos complementares que fazem parte do equipamento principal, os quais estarão também sujeitos à depreciação.
2. Instalação, montagem e testes: nos gastos de instalação deve-se incluir tudo o que for relacionado com a colocação da maquinaria e do equipamento em condições de trabalho, ou seja, as bases e as estruturas da maquinaria, as ligações diretas de água, de eletricidade e vapor, mão-de-obra e outros gastos de montagem e testes.
3. Outros equipamentos: este item refere-se a equipamentos que não estão diretamente ligados à produção. Muitas vezes, as características técnicas das oportunidades de P+L podem demandar a troca de alguns equipamentos – compressores, bombas de água, transformadores etc.
4. Terrenos e obras preliminares às edificações: refere-se aos gastos com a aquisição de terrenos, registro de escritura, impostos e taxas, limpeza, nivelamento e outras medidas que forem necessários à preparação do terreno para construções futuras.
5. Edifícios e construções: compreende o gasto com a construção de todas as edificações civis necessárias, diretamente relacionadas ao projeto.
6. Obras complementares.
7. Veículos, móveis e utensílios.
8. Estudos, projetos e gastos de instalação: refere-se ao total de gastos feitos com os estudos de viabilidade, de engenharia e de política de

comercialização, que consideram desde a fase de concepção do projeto até o funcionamento das instalações associadas à oportunidade de P+L, na unidade de produção.

9. Patentes, tecnologias e licenças: quando existir o pagamento de uma parcela fixa, anterior ao funcionamento, como exigência para a produção do bem.
10. Capacitação e colocação em marcha das instalações referentes à oportunidade de P+L: correspondem às perdas ocorridas com a realização de testes, ajustamento dos sistemas produtivos e treinamento de pessoal, no período que abrange desde o final da instalação dos equipamentos até o início efetivo da produção.
11. Pagamento de juros durante a implantação do projeto da oportunidade de P+L: quando a empresa tiver de pagar juros durante a implantação do projeto, os apagamentos destes juros podem ser considerados como investimentos até que a empresa entre em operação normalmente.
12. Imprevistos: corresponde à margem de erro, devido às modificações das condições originais de processo, e que, geralmente, é calculado como uma percentagem da soma dos investimentos fixos.

Além do gasto com o investimento total, devem ser levados em conta os gastos operacionais e receitas atuais e a estimativa destes mesmos valores após a implantação da oportunidade de P+L. Primeiramente, listam-se todas as receitas e os gastos associados ao processo de produção atual. Não é necessário quantificar todos os itens, uma vez que somente se deseja determinar aqueles gastos que irão ser alterados devido à implementação da oportunidade de P+L. Em segundo lugar, faz-se uma estimativa das receitas e dos gastos operacionais associados ao processo de produção como se a oportunidade de P+L já estivesse implementada.

Em geral, os principais itens das receitas e dos gastos operacionais que são considerados na avaliação econômica são os seguintes:

1. Receitas: originam-se, principalmente, das vendas dos produtos e dos subprodutos. Seu cálculo depende da previsão de quanto será produzido e vendido e dos preços dos produtos praticados no mercado durante certo período, em geral, um ano. É importante salientar que, por razões metodológicas, é a redução de gastos e não o aumento de receitas, que representa o ganho econômico advindo da implantação das oportunidades de P+L.

2. Gastos operacionais: correspondem ao total de recursos necessários para a compra e pagamento dos diversos componentes do processo de produção e as vendas durante certo período, em geral, um ano. Seus principais componentes são:
- a) Gastos de fabricação: correspondem àqueles associados diretamente ao produto e ao seu processo produtivo, tais como os gastos com insumos e matérias-primas e embalagens, ou indiretamente, como pagamento de mão-de-obra, de serviços, tratamento e disposição de resíduos, manutenção, limpeza e reparações, pagamento de seguros e despesas em geral.
  - b) Gastos de administração: independem daqueles de alguma forma ligados ao processo produtivo, correspondendo àqueles resultantes das atividades de administração do empreendimento, tais como salários e encargos sociais, gastos com material de escritório etc.
  - c) Gastos de vendas: resultantes diretamente da venda dos produtos – salários e comissões a vendedores, gastos com a distribuição e propaganda dos produtos etc.
  - d) Gastos financeiros: são os resultantes da contratação dos empréstimos ou créditos – juros e comissões – necessários para impulsionar o projeto.
  - e) Imprevistos: - devem ser calculados com base em um percentual dos custos totais.

Para se avaliar a viabilidade econômica de uma oportunidade de P+L precisa-se formatá-la em termos de seu impacto líquido sobre os ingressos e os desembolsos de caixa da empresa. A esta formatação dá-se o nome de “Fluxo de Caixa Incremental”, o qual é gerado a partir da diferença do fluxo de caixa associado à oportunidade de P+L em análise com o fluxo de caixa do processo produtivo, antes da implantação da referida oportunidade de P+L.

A avaliação do fluxo de caixa incremental é que irá determinar, em última análise, se a implantação da oportunidade de P+L será ou não viável para a empresa. No Quadro 2.4, observa-se os itens que compõem os três fluxos de caixa que devem ser considerados, ou seja, o fluxo de caixa inicial, o fluxo de caixa esperado e o resultante dos dois, o fluxo de caixa incremental.

Baseando-se nos valores do fluxo de caixa líquido incremental, da vida útil considerada no projeto, da taxa mínima de atratividade estipulada e do valor total de



investimento feito, obtêm-se os elementos necessários para a seleção do método de cálculo de lucratividade do projeto.

De forma sucinta, serão apresentados os três métodos padrão sugeridos para estimar a lucratividade de oportunidades de P+L a serem implementadas:

- Período de Recuperação do Capital Investido.
- Valor Presente Líquido.
- Taxa Interna de Retorno.

**Período de Recuperação do Capital Investido:** é o tempo – em anos – que um projeto necessita para que a somatória das parcelas anuais seja igual ao investimento total feito, ou seja, é o período de tempo que se leva para recuperar o desembolso de capital utilizado para iniciar o projeto. É recomendado para avaliações rápidas de lucratividade. Se estiverem envolvidos investimentos de maior vulto, deve-se proceder a uma análise mais detalhada.

**Valor Presente Líquido (VPL):** calcula-se o desconto para o valor presente (atual) do fluxo de caixa líquido incremental total esperado, ou seja, todos os ingressos e desembolsos financeiros, ao longo da vida útil estipulada para o projeto, são descontados a partir de uma taxa de juros que seja considerada satisfatória, a Taxa Mínima de Atratividade. Na prática, trata-se de trazer para o valor financeiro presente todas as despesas e receitas esperadas, a uma determinada taxa de juros que reflita os juros de mercado. Se esse valor for positivo, a proposta de investimento será atrativa para a taxa de atratividade considerada. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (1994), esse método, normalmente, é utilizado nas análises de investimentos isolados e de curto prazo.

O Valor Presente Líquido é calculado a partir da seguinte equação (SENAI.RS, 2003d):

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa incremental}}{(1+i)^j} - I$$

Onde: n = vida útil do projeto ou investimento (em anos)  
i = taxa de juros (Taxa Mínima de Atratividade)  
 $1/(1+i)^j$  = fator de desconto a ser calculado por ano a uma taxa de juros i  
I = investimento total  
j = ano

**(2.2.)**

**Quadro 2.4. – Planilha Modelo de Cálculo de Fluxo de Caixa Incremental**

<b>Fluxo de caixa inicial</b>											
<b>Discriminação</b>	<b>Ano</b>										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos											
Receitas											
Venda do produto											
Custos operacionais											
Matéria-prima											
Energia											
Disposição de resíduos											
Mão-de-obra											
Manutenção											
Fluxo de caixa líquido inicial											
<b>Fluxo de caixa esperado</b>											
<b>Discriminação</b>	<b>Ano</b>										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos											
Equipamentos											
Receitas											
Venda do produto											
Custos operacionais											
Matéria-prima											
Energia											
Disposição de resíduos											
Mão-de-obra											
Manutenção											
Fluxo de caixa líquido esperado											
<b>Fluxo de caixa incremental</b>											
<b>Discriminação</b>	<b>Ano</b>										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa líquido esperado											
Fluxo de caixa líquido inicial											
Diferença											
Depreciação (-)											
Lucro tributável											
IRPJ											
Lucro líquido											
Depreciação (+)											
Fluxo de caixa líquido incremental											

Fonte: SENAI.RS (2003d)

**Taxa Interna de Retorno (TIR):** pode ser definida como sendo a taxa de juros para a qual o valor presente das receitas (ingressos econômicos), do fluxo de caixa incremental resultante do projeto, é exatamente igual ao valor presente dos desembolsos, ou seja, é a determinação da taxa de juros que anula o Valor Presente Líquido do fluxo de caixa incremental. Assim, o critério para a decisão de investimento com base na TIR é aceitar um projeto de investimento, se o custo de oportunidade do capital (taxa mínima de atratividade) for menor do que a TIR do projeto ou investimento. Quanto maior for o valor da Taxa Interna de Retorno em relação à Taxa Mínima de Atratividade estipulada, mais atrativo é o projeto.

Para calcular a TIR, parte-se da igualdade onde se considera o Valor Presente Líquido igual a zero. A equação geral para o cálculo da Taxa Interna de Retorno é (SENAI.RS, 2003d):

$$\sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa incremental}}{(1+i)^j} = I$$

Onde: n = vida útil do projeto ou investimento (em anos)

I = investimento total

j = ano

**Observação:** a TIR é o valor de i encontrado na equação

**(2.3.)**

**2.4.4. – Passo 15 – Avaliação ambiental** – o objetivo é determinar os impactos positivos e negativos da oportunidade de P+L implementada, e seus reflexos no desempenho ambiental da empresa. Pode-se distinguir três níveis para a avaliação ambiental: (a) avaliação simples, baseada na redução da toxicidade, da quantidade de resíduos gerados e das emissões atmosféricas e hídricas e das perdas de energia; (b) avaliação rigorosa do efeito da composição de novas entradas e saídas; (c) avaliação do ciclo de vida dos produtos.

O modelo de folha de trabalho *Avaliação Ambiental*, apresentado no anexo XIII, poderá ser muito útil para o direcionamento da avaliação ambiental.

As informações necessárias para se fazer uma avaliação ambiental apropriada dos elementos constituintes envolvidos nos processos produtivos relacionam-se a: (a) mudanças na quantidade e na toxicidade dos resíduos e das emissões de poluentes, em todo o ciclo de vida do produto; (b) mudanças no consumo de energia durante o ciclo de vida do

produto; (c) substituição dos efeitos ambientais para outros materiais e para outros meios; (d) mudanças na degradabilidade dos resíduos e emissões; (e) extensão do uso de matérias-primas renováveis; (f) mudanças no reuso das correntes de resíduos.

No anexo XIV, apresenta-se uma tabela com alguns exemplos de parâmetros e as características que determinam o impacto ambiental de uma substância, a qual pode ser usada na avaliação dos impactos ambientais dos materiais.

**2.4.5. – Passo 16 – Seleção de Oportunidades** – o objetivo deste passo é documentar os resultados obtidos nos estudos de viabilidade e preparar uma lista de oportunidades de P+L, viáveis e inviáveis, para que seja aprovada pela direção da empresa e, também, para que se sirva de referência para a obtenção de financiamento. Essa lista será usada durante o desenvolvimento da última fase – *Implementação*.

Primeiramente, para a seleção das oportunidades de P+L, utiliza-se os critérios de viabilidade técnica e ambiental para, então, posteriormente, as oportunidades de P+L remanescentes, serem avaliadas economicamente. O critério econômico pode prevalecer no caso dos recursos financeiros disponíveis serem escassos. As oportunidades de P+L que não forem implementadas podem ser consideradas na próxima rodada do programa de P+L.

No relatório, que deve ser preparado nesta etapa, além de serem apresentados os custos do projeto e os resultados esperados deve conter, também, informações sobre como o projeto será desenvolvido. As informações que poderão ser abordadas são as seguintes: (a) as mudanças esperadas na utilização de energia e na geração de resíduos; (b) os custos e os benefícios intangíveis esperados, tais como obrigações reduzidas e imagem da empresa melhorada, na visão dos funcionários e da comunidade como um todo; (c) as experiências de outras empresas com implantação de oportunidade de P+L similares àquela a ser implantada; (d) o total de recursos financeiros necessários e as fontes de financiamento; (e) o tempo de duração das atividades de construção e implantação da infra-estrutura e equipamentos necessários; (f) a perda de produção que poderá ocorrer; (g) e de como poderá ser feita a comparação do “antes e depois” da implantação da oportunidade de P+L..

## 2.5. – FASE 5 – Implementação

### Objetivo:

Implementar as oportunidades de P+L selecionadas e assegurar a continuidade do que foi implantado e a implementação de um novo programa.

### Resultados:

Implementação das oportunidades de P+L selecionadas; prevendo o monitoramento e a avaliação das oportunidades implementadas e o planejamento de atividades que mantenham o programa de P+L.

Esta fase é composta dos seguintes passos:

- Passo 17 – Preparar o plano de P+L.
- Passo 18 – Implementar oportunidades de P+L.
- Passo 19 – Monitorar e avaliar.
- Passo 20 – Sustentar atividades de P+L.

É durante esta fase que a empresa “colherá os frutos resultantes do programa”. A motivação da equipe, assim como a necessidade de acordos para a manutenção da atividade de P+L, é muito importante. O monitoramento e a avaliação das oportunidades de P+L implementadas são decisivos para o sucesso do programa. Uma folha de trabalho *Lista de Checagem para a Fase de Implementação*, com modelo apresentado no anexo XV, pode ser usada para auxiliar o desenvolvimento desta fase do programa.

**2.5.1. – Passo 17 – Preparar o plano de P+L** – o objetivo é desenvolver um plano de implementação das oportunidades de P+L selecionadas, descrevendo a duração do projeto e os recursos humanos e financeiros necessários. O plano de P+L deve começar com uma avaliação preliminar da implantação da metodologia. Uma folha de trabalho *Avaliar a Implementação da P+L*, com modelo apresentado no anexo XVI, pode ser usada para auxiliar a avaliação no início e ao final desta fase.

Para comparar os ganhos obtidos com a implantação da oportunidade de P+L, é sugerida outra folha de trabalho *Comparação do Antes e Depois*, cujo modelo encontra-se no anexo VII, a qual poderá ser usada conjuntamente com a folha de trabalho citada acima.

A equipe do programa deve obter os recursos financeiros e humanos necessários para a implantação das oportunidades selecionadas, deve estabelecer vínculos no caso de soluções multidepartamentais que requerem mudanças organizacionais e desenvolver um cronograma para a implementação.

**2.5.2. – Passo 18 – Implementar oportunidades de P+L** – o objetivo é a implantação, propriamente dita, das oportunidades de P+L selecionadas. A empresa pode lançar mão, para implementação das oportunidades de P+L, dos mesmos estágios que são usados em implantações de projetos de investimentos, quais sejam: (i) planejamento, (ii) design, (iii) aquisição, (iv) construção.

A troca de informações e experiências entre os funcionários envolvidos com a implementação de uma oportunidade de P+L deve ser estimulada. À necessidade de treinamento da equipe de P+L e dos empregados deve ser dada uma atenção especial.

**2.5.3. – Passo 19 – Monitorar e avaliar** – o objetivo é monitorar a eficácia dos resultados da implantação das oportunidades de P+L e avaliá-las por meio da comparação do desempenho dos resultados “reais” obtidos com os resultados “esperados”.

São sugeridos três modos de monitorar a eficácia das oportunidades de P+L implementadas, tomando como base: (a) as mudanças na geração de resíduos e emissões; (b) as mudanças no consumo de recursos (incluindo água e energia); (c) as mudanças na lucratividade.

A comparação do “antes e depois” pode ser usada para mostrar à gerência o quanto são efetivos os resultados das oportunidades de P+L implementadas. A sua avaliação pode ser realizada periodicamente para verificar se as mudanças estão ocorrendo e se as suas metas de P+L estão sendo atingidas. As provisões para as comparações do “antes e depois” foram feitas durante as fases de Pré-Avaliação e de Avaliação.

A partir dos resultados da avaliação, as seguintes perguntas poderão ser respondidas:

- A oportunidade de P+L é economicamente efetiva? A eficácia de custo é a esperada?

- O número de fontes de geração de resíduos e de emissão de poluentes atmosféricos e hídricos está reduzido? Em quanto?

- A quantidade total de resíduos gerados e emissões decresceu? Em quanto?

- A toxicidade dos resíduos e das emissões diminuiu? Como?

- O consumo de energia reduziu? Quanto?

- As metas de P+L foram atingidas? Quais as que foram e quais as que não foram atingidas?

- Existem resultados inesperados quanto ao aspecto técnico? Quais e por que?

- As permissões e as licenças ambientais precisam ser ajustadas? Quais?

Poderiam ser definidos, também, indicadores ambientais que representariam, de forma resumida, um grande volume de informações ambientais, em um número limitado de dados, com significativa confiabilidade, proporcionando fácil leitura dos resultados atingidos e a serem monitorados.

Poder-se-ia optar por indicadores ambientais financeiros, como, por exemplo, os custos para remover e dispor resíduos por determinado período de tempo, ou por indicadores ambientais de desempenho, como, por exemplo, a quantidade de resíduos gerados por unidade de produto.

A criação de indicadores ambientais confiáveis, que demonstrem a evolução da performance ambiental da empresa em função da implantação de um programa de P+L, seria interessante pelos seguintes motivos: (a) trazer maior confiança aos acionistas, banqueiros e outros investidores, em função da diminuição dos riscos associados; (b) demonstrar maior adequação à legislação ambiental e uma maior preocupação por parte da alta direção da corporação pelos aspectos ambientais; (c) aumentar a carteira de clientes da empresa com a inclusão daqueles que dão preferência a fornecedores com indicadores ambientais positivos; (d) ser uma forma de medir o próprio desempenho ambiental, a fim de estabelecer objetivos e metas quantificáveis.

Poder-se utilizar uma *Ficha do Plano de Monitoramento*, apresentada no anexo XVIII, para subsidiar o monitoramento dos indicadores ambientais escolhidos.

Ao final da implantação de P+L, todos os documentos relevantes devem ser reunidos e arquivados adequadamente, de modo que possam ser facilmente recuperados quando necessários. Os seguintes itens devem ser incluídos nestes arquivos: declaração da política de P+L da empresa; folhas de trabalho usadas ou preenchidas durante a

implementação de P+L; avaliação de causas dos resíduos e emissões; lista de oportunidades de P+L geradas durante a sessão de explosão de idéias; lista de oportunidades de P+L técnica, econômica e ambientalmente viáveis; plano de implementação; relatórios da comparação do “antes e depois” e avaliação das oportunidades de P+L; relatórios de avaliação diversos; plano de ação de P+L a longo prazo (este item será discutido no próximo passo – Passo 20).

**2.5.4. – Passo 20 – Sustentar as atividades de P+L** – o objetivo é conduzir novas implementações de P+L, com intuito de melhorar o desempenho ambiental da empresa. O melhor modo de sustentar atividades de P+L é introduzir um programa que inclua todas as atividades necessárias para se obter o comprometimento da direção, gerências e mesmo dos empregados com as implementações repetidas de P+L.

Deve-se projetar um programa de continuidade de P+L e eleger uma pessoa ou uma equipe que tenha o apoio da gerência, para coordenar e executar as atividades necessárias para as novas implantações de P+L. O coordenador ou a equipe responsável pela sustentação das novas atividades de P+L deverá desenvolver um plano de ação descrevendo todas as atividades do novo programa, se possível especificando quando irão acontecer as atividades e os recursos financeiros e humanos disponíveis. Periodicamente, deve-se revisar o programa avaliando se os objetivos foram atingidos e se as atividades propostas estão sendo executadas apropriadamente. Seria muito interessante, para garantir a continuidade do programa de implantação de P+L, que ele fosse integrado ao plano gerencial da empresa.



## CAPÍTULO 3

### ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE P+L NA EMPRESA MOD LINE

---

Este Capítulo inicia-se com a apresentação da Mod Line Soluções Corporativas Ltda, indústria fabricante de divisórias para ambientes comerciais e de mobiliário corporativo, instalada no município de Contagem, Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, que é o objeto do estudo de caso deste trabalho de dissertação. Em seguida, apresenta-se a descrição dos procedimentos adotados, durante o trabalho de implementação da metodologia de P+L nas instalações industriais da referida empresa. Eventualmente, foram traçados paralelos entre esses procedimentos e aqueles apresentados no manual de implementação de P+L, tomado como referência, descrito no Capítulo 2. As fases abordadas neste Capítulo são as três primeiras – **Planejamento e Organização, Pré-Avaliação e Avaliação** e seus respectivos passos.

O desenvolvimento deste capítulo inicia-se com o primeiro passo da primeira fase da metodologia de P+L (**Obter o Compromisso e Envolvimento da Direção e Gerência**) e é finalizado com o décimo primeiro passo, último passo da terceira fase (**Selecionar as Oportunidades de P+L**).

Quando se compara as ações desenvolvidas neste trabalho com aquelas previstas na metodologia de P+L, apresentada no Capítulo anterior, é possível observar a ocorrência de variações na quantidade e no ordenamento do desenvolvimento das fases e dos passos, tendo alguns sido suprimidos e outros executados em ordem invertida, em função das condições de trabalho apresentadas na empresa e do tipo de oportunidade de P+L identificada, como se verá.

### 3.1. – Apresentação Geral da Empresa

A razão social da empresa que se tornou objeto do estudo de caso é ***Mod Line Soluções Corporativas Ltda.*** A empresa está situada à Rua João Penedo Alves, 180, no Distrito Industrial Dr. Hélio Pentagna Guimarães, em zoneamento urbano caracterizado como zona industrial, no município de Contagem, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, em Minas Gerais. Seu número no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ é 23.438.466/0001-02. Classifica-se como Indústria de Fabricação de Móveis com predominância de madeira pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE (PLANEJAMENTO, 2009). Trata-se de uma empresa familiar, fundada por seu Diretor-Presidente, onde os outros diretores e parte de sua gerência é constituída por pessoas aparentadas.

As atividades da empresa iniciaram-se em 25 de outubro de 1988, no Centro Industrial de Contagem – CINCO. Em 03 setembro de 2005, a empresa transferiu suas atividades para o endereço atual, local onde este trabalho foi desenvolvido. A área total registrada do seu terreno é de 30.108m<sup>2</sup>, com cerca de 19.000m<sup>2</sup> de área construída. No final de 2009, possuía cerca de duzentos e quarenta empregados diretos, sendo cerca de duzentos mais diretamente ligados à produção, e os quarenta restantes dedicados às atividades das áreas administrativas e de gerência da empresa.

A empresa atua na fabricação e na comercialização de pisos elevados, móveis de escritório, divisórias para ambientes comerciais, perfis estruturais de aço, forros etc. Quanto ao seu mercado de atuação, seus produtos são comercializados em todo território nacional. Seu faturamento no ano de 2008 foi de R\$ 54.000.000,00.

Devido a sua característica de produção e comercialização de vários produtos corporativos, denominados “do piso ao teto”, sua etapa fabril caracteriza-se pela discriminação de seus processos produtivos por setores, tratando-se assim de uma empresa multisetorial. Os setores que compõem a empresa dividem-se em:

- **área administrativa:** setores de compras, vendas, licitações, projetos, contabilidade, pessoal, recepção, portaria, financeiro, cozinha, coordenação de projetos e serviços gerais;

- **área da produção:** setores de segurança do trabalho, almoxarifado de produto acabado, almoxarifado geral, expedição de móveis, expedição geral, metalurgia, estofamento, marcenaria, montagem interna de móveis, controle de produção, piso

elevado, tratamento químico e pintura eletrostática, perfilaria, painelaria, manutenção elétrica, mecânica e civil.

A Bacia Hidrográfica na qual a empresa está situada é a do Rio das Velhas, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. A empresa possui certificação de outorga de direito de uso de águas públicas estaduais, para um poço tubular, que foi emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD, segundo Portaria Nº 01462/2010, de 28 de maio de 2010. A vazão outorgada é de 3,6 metros cúbicos por hora, e a certidão tem validade de cinco anos.

Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004<sup>6</sup>, a Mod Line Ltda está classificada na Classe 6, que inclui empreendimentos de grande porte e de grande potencial poluidor/degradador para ar, água e solo, sendo assim considerada um empreendimento modificador do meio ambiente (MINAS GERAIS, 2004). A empresa possui Licença de Operação – L.O., concedida pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente de Contagem – COMAC<sup>7</sup>, sob número 02/2006 (Processo administrativo número 2815/01-05), encontrando-se, a mesma, em processo de revalidação (Processo Administrativo COPAM número 01064/2005/001/2010), junto à SEMAD.

### **3.2. – Fase 1 – Planejamento e Organização**

O trabalho foi iniciado com visitas técnicas à empresa no mês de março de 2009, e, na oportunidade, o autor conheceu seus diretores e gerentes, os encarregados da produção, o pessoal da manutenção, os funcionários da fábrica e administrativos, além das instalações industriais e equipamentos, dos processos produtivos, dos materiais e insumos utilizados, dos diversos tipos de produtos e subprodutos fabricados, dos resíduos e efluentes gerados e sua destinação, do leiaute da fábrica, assim como um pouco da cultura empresarial.

Durante as primeiras visitas à planta industrial, foi feita uma avaliação preliminar do local e identificadas algumas barreiras para o desenvolvimento do trabalho, as quais foram sendo superadas ao longo da implantação do programa de P+L, como, por exemplo,

---

<sup>6</sup> A Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 estabelece diretrizes para o enquadramento dos empreendimentos instalados no Estado de Minas Gerais de acordo com o porte e o potencial poluidor, com a finalidade de determinar critérios para o processo de licenciamento ambiental do referido empreendimento. O Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM é o órgão deliberativo do Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais.

<sup>7</sup> O COPAM delegou à Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Contagem e ao Conselho Municipal de Meio Ambiente de Contagem a atribuição de conduzir o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos instalados no município e deliberar sobre a concessão de licenças ambientais.

a desconfiança por parte da direção da empresa com relação à implementação da metodologia da P+L, que pode ser identificada nas seguintes frases ditas pela Diretoria: *“Tudo bem aplicar esta metodologia, desde que não pare minha produção.”*, *“Não adianta pedir dinheiro para comprar nada durante este trabalho, heim!”*, e ainda, *“Nunca obtivemos resultados satisfatórios com consultores e consultorias, só prejuízos”*.

Outro exemplo de barreira identificada foi a falta de uma cultura de gestão ambiental e de gestão da qualidade na empresa. Apesar de constar em seu organograma funcional um empregado específico para o setor de qualidade, ele não estava operante, pois o referido empregado estava ocupado com outras tarefas não relacionadas à qualidade e, aparentemente, desmotivado. Além disso, nunca se havia implantado e dado continuidade a programas de gestão da qualidade ou à implantação de ferramentas e sistemas de gestão ambiental na empresa. Nestas visitas preliminares foi esclarecido à direção da Mod Line, quão essencial seria o apoio deles para que o trabalho alcançasse o êxito desejado.

Com relação à execução do primeiro passo – **Obter o Compromisso e Envolvimento da Direção e Gerência** – foi feita uma palestra, no início de abril de 2009, (os slides desta palestra estão disponíveis no anexo XIX) à direção e à gerência da empresa, sobre a metodologia de P+L, seus objetivos, destacando-se os benefícios e as vantagens de P+L, seus níveis de atuação (dando-se preferência à redução da geração dos poluentes na fonte) e as etapas constituintes do programa. A palestra foi finalizada com a apresentação de alguns casos de sucesso de empresas que implantaram programas de P+L.

Ao final, percebeu-se o resultado positivo da palestra, tendo sido bem recebida por todos, fazendo-se perceber que a metodologia de P+L poderia trazer benefícios financeiros e melhorias aos processos produtivos da empresa. Foi sugerido que se fizesse uma “Declaração da Política Ambiental” da empresa, que abarcaria a filosofia do desenvolvimento sustentável através do uso de tecnologias mais limpas nos processos produtivos e que esse documento deveria ser assinado pela direção da empresa, o que não foi acatado pela Diretoria da Mod Line. As justificativas para esta decisão foram: *“Vamos ver aonde vai dar isso tudo primeiro, antes de nos comprometermos formalmente com todos”* e, ainda, *“Você já tem nosso apoio e consentimento verbal, o que já é mais do que suficiente para a realização do seu trabalho”*.

Cabe destacar que, poucos dias após a apresentação, a diretoria da empresa solicitou ao autor a implementação da metodologia de P+L em toda a fábrica, ou seja, em todos os setores da empresa que envolvessem processos fabris, a fim de que todos eles apresentassem maior eficiência econômica e ambiental, desperdiçando menos materiais e

insumos. Devido à falta de tempo hábil para tamanho desafio, pois havia um cronograma a se cumprir dentro do programa de mestrado, foi sugerido à Diretoria fazer uma avaliação inicial, em todos os setores, na qual seriam considerados: a produção e a atualização dos leiautes e a confecção dos fluxogramas qualitativos dos processos, preparando-os para uma implementação futura, completa e contínua, do programa de P+L. Foi sugerido também que, logo após esse levantamento inicial, fosse utilizado o programa *Eco Inspector*, desenvolvido por uma universidade da Suíça, no formato da planilha Windows Excel (ECO INSPECTOR, 2009), que auxiliaria na identificação dos setores produtivos com maior potencial ambiental e econômico para aplicação de P+L e na escolha dos setores para o desenvolvimento do trabalho de dissertação. Posteriormente, se houvesse tempo hábil para tanto, após a implementação da metodologia de P+L nos setores escolhidos, poder-se-ia implementá-la nos setores restantes.

Juntamente com a Diretoria da empresa definiu-se o segundo passo – **Estabelecer Objetivos, Metas e a Abrangência** – onde foram definidos como objetivos e metas gerais do programa “*a melhoria do desempenho ambiental e econômico dos setores estudados, com redução do desperdício de matérias-primas, insumos e água*”. Quanto à abrangência da aplicação da metodologia foi estipulado que seriam dois ou três setores. Esses setores, como citado, seriam escolhidos com base nos relatórios gerados pelo programa “*Eco Inspector*”, que indicariam aqueles com maior potencial de resposta ambiental e econômica para a aplicação da metodologia de P+L. Tais setores deveriam, também, estar em consonância com as prioridades indicadas pela direção da empresa. Com relação à previsão da duração do programa foi estipulado um ano para a apresentação de resultados – em função do cronograma do curso de mestrado.

A formação da equipe inicial de implementação de P+L, correspondente ao passo **Definir a Equipe de Implementação da P+L**, foi composta pelos encarregados de cada setor fabril da empresa e pelos empregados dos setores de suporte à produção: expedição, manutenção, segurança do trabalho e compras.

A primeira reunião com a equipe e com o autor do trabalho ocorreu ainda no mês de abril de 2009, onde foi feita uma apresentação para eles, na qual foram demonstrados, a título de conscientização, alguns números do desperdício brasileiro, alertando para seus prejuízos; o conceito de P+L, evidenciando-se os seus objetivos e vantagens; e a forma de participação de cada integrante da equipe no programa (os slides desta apresentação estão disponíveis no anexo XX). Uma tabela *Listagem da Equipe de P+L* com os nomes dos empregados, o setor de trabalho e o cargo na empresa, está apresentada no anexo XXI.

Nesta reunião, destacou-se a importância da participação de todos. Explicou-se que seria feito um levantamento inicial em cada setor, com a participação dos seus respectivos encarregados, conforme combinado com a direção da empresa, a partir do qual seriam selecionados dois ou três setores para implementação da P+L. Foi explicado, também, que a participação dos encarregados no levantamento inicial seria de grande importância para a execução da próxima fase – **Pré-avaliação**.

Como não se sabia quais setores seriam selecionados, ou seja, os setores que o programa *Eco Inspector* indicaria como os mais promissores para a implantação da P+L, preparou-se, igualmente, a documentação inicial para cada um dos setores. Portanto, foi elaborado para cada setor, com a participação ativa de seu respectivo encarregado, a atualização do leiaute da unidade e o fluxograma qualitativo de processos, com a indicação de suas entradas de materiais e insumos e saídas de efluentes, resíduos, subprodutos e produtos. O convívio com os encarregados e empregados, ao longo dos trabalhos para realizar o levantamento inicial, foi importante para reforçar os conceitos, as vantagens e os benefícios que a implantação da P+L poderia trazer, e foi importante oportunidade para o autor aprender um pouco mais, com todos eles, sobre os processos produtivos e os elementos envolvidos.

Do início do trabalho até essa etapa, durante o convívio com os encarregados, empregados, gerentes e a direção da empresa, ou seja, com a empresa como um todo, deparou-se com algumas barreiras à implementação da metodologia de P+L, o que levou ao estudo de propostas para possíveis soluções. Portanto, foi necessário abordar o passo – **Identificar Barreiras e suas Soluções**. As barreiras encontradas e as soluções propostas para superá-las foram as seguintes:

1- *Medo por parte da direção de travamentos na produção devido à implementação da P+L*. Foi explicado à direção da empresa que era essencial, para o bom desenvolvimento do programa e coleta de informações, que a produção da empresa mantivesse o ritmo normal, sem paralisações.

2- *Falta de uma cultura focalizada na gestão da qualidade e na gestão ambiental por parte da empresa*.

3- *A empresa dá ênfase excessiva à produção em detrimento do desempenho ambiental*. As barreiras 2 e 3 foram transpostas, tentando-se sempre esclarecer e demonstrar à direção da empresa, aos gerentes e encarregados, a influência positiva que um desempenho ambiental adequado pode ter na eficiência da produção, aumentando a rentabilidade da empresa.

4- *Falta de reconhecimento público e prêmios para a motivação dos funcionários.* Argumentou-se, com a direção e gerência da empresa, que o oferecimento de alguma forma de incentivo aos empregados – financeiros, cursos de aperfeiçoamento e outros – poderia motivá-los ainda mais para o desenvolvimento do programa.

5- *Falha e, muitas vezes, ausência de registros sobre consumo de matérias-primas, insumos, água, geração de resíduos e efluentes, produtos e subprodutos produzidos.* Ao longo da implementação da P+L, gerou-se controles de produção e de geração de resíduos e de efluentes industriais, que passaram a fazer parte da documentação dos processos.

6- *Falta de equipamentos necessários para monitorar o consumo dos materiais necessários aos processos produtivos.* Demonstrou-se a importância de se adquirir equipamentos para o monitoramento dos processos como, por exemplo, hidrômetros para os setores da painelaria, piso elevado e na saída do poço tubular.

7- *Falta de mão-de-obra qualificada, no quadro de funcionários da empresa, para auxiliar a implementação da P+L.* Foi proposto buscar auxílio técnico junto a instituições de ensino e pesquisa, consultores independentes e departamentos técnicos de alguns fornecedores da empresa.

8- *Ausência de informação técnica de casos de sucesso similares de implementação de P+L, para alguns setores produtivos da empresa.* Sugeriu-se desenvolver, quando na ausência de casos similares, soluções caseiras com a ajuda de pessoal que possuísse competência técnica necessária.

9- *Inexistência, no mercado, de equipamentos mais eficientes para alguns processos produtivos da empresa.* Seriam pesquisados equipamentos que possuíssem funcionamento ou tecnologia análoga à necessária.

10- *Baixa capacidade de apoio ao projeto pelo setor de manutenção devido à sobrecarga de trabalho.* Tentou-se demonstrar que a opção pela terceirização de alguns trabalhos seria benéfica ao programa de P+L e à empresa.

11- *Dificuldade de acesso à linha exclusiva de financiamento para programas de P+L do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais - BDMG.* Foi previsto que, com a implementação das primeiras opções identificadas de P+L e a obtenção de resultados promissores, a empresa mostrar-se-ia disposta a financiar com recursos próprios algumas oportunidades do programa.

12- *Falta de uma cultura de “melhores práticas operacionais”.* Tentou-se demonstrar aos gerentes, encarregados e empregados que os erros nas práticas operacionais não são inerentes ao processo produtivo e, sim, são indicadores de baixa eficiência desses

processos e do mau gerenciamento, refletindo diretamente no aumento do desperdício de materiais e na geração de resíduos pela empresa.

13- *Resistência à mudanças, com receio do desconhecido e por medo de retaliações.*

14- *Visão limitada à rotina diária com falta de objetivos de longo prazo.*

Com relação às barreiras 13 e 14 explicou-se, insistentemente, aos encarregados e empregados, durante o desenvolvimento do programa, que a identificação de falhas nos processos produtivos existentes não acarretaria nenhum tipo de retaliação por parte da gerência ou da direção, e que não existiam motivos para se temer os novos procedimentos que seriam adotados durante o programa, pois seriam dadas as explicações e os treinamentos necessários. Explicou-se, também, que o programa era contínuo e que a tentativa constante de descobrir ineficiências no uso dos materiais e dos insumos nos processos produtivos era parte essencial do programa. Com isso, tentou-se demonstrar o caráter de continuidade da metodologia de P+L, enfatizando-se a necessidade de uma visão de longo prazo.

15- *Experiência limitada de envolvimento dos empregados em projetos de qualidade e de gestão ambiental da empresa (falta de uma cultura de envolvimento em projetos).* Durante o trabalho, foram feitas reuniões, conversando-se muito “ao pé do ouvido” com todos os empregados envolvidos com o programa, na tentativa de se dirimir essa deficiência.

16- *Falta de incentivos para a minimização de resíduos pelo Estado e Órgãos Ambientais competentes.*

17- *Falta de uma maior pressão pública para o controle e o gerenciamento ambiental adequado.*

18- *As normas ambientais e os programas de incentivo não priorizam as medidas preventivas, prevalece a gestão com base no comando-controle e no tratamento de fim-de-tubo.*

Aparentemente, para as três barreiras acima, têm-se pouco ou nenhum poder de influência. Para tentar compensar esse hiato institucional, o autor passou a fazer parte do *Fórum Mineiro de Produção mais Limpa*.

Em 2009, o Fórum Mineiro de Produção mais Limpa promoveu diversas apresentações e palestras sobre o tema P+L e reuniões com alguns atores envolvidos e interessados no tema – representantes do setor produtivo, órgãos de fiscalização ambiental, terceiro setor, instituições de ensino, consultores ambientais e outros –, ocasião em que



foram discutidas a evolução e as possibilidades de implementação da metodologia de P+L em empreendimentos instalados no Estado de Minas Gerais. As reuniões ocorrem no prédio sede da FIEMG, em Belo Horizonte.

### 3.2.1. – A seleção dos setores para aplicação de P+L

Antes de iniciar a descrição da próxima fase – **Pré- Avaliação** – decidiu-se relatar como se fez a escolha dos dois setores da fábrica – **Painelaria e Piso Elevado** – para a aplicação integral da metodologia de P+L, com a utilização do programa *Eco Inspector*.

Como descrito, anteriormente, cumprindo-se o combinado com a direção da empresa, com o intuito de preparar cada setor para uma implantação futura completa da metodologia da P+L, foram feitas a atualização do leiaute do setor e o fluxograma qualitativo de processo dos oito setores fabris da Mod Line (marcenaria, painelaria, metalurgia, montagem interna e acabamento, perfilaria, estofamento, piso elevado, banho químico e pintura pó), com o auxílio de seus respectivos empregados e encarregados.

Como anteriormente destacado, por se tratar de um trabalho acadêmico que possui início, meio e fim, além de cronograma rigoroso a ser cumprido, não se possuía tempo hábil para se implantar, em todos os setores acima descritos, todas as fases e passos necessários à implantação da metodologia de P+L. Decidiu-se, então, utilizar o programa *Eco Inspector*, desenvolvido pela Universidade de Ciências Aplicadas do Noroeste da Suíça – FHNW e pelo Centro de Produção Industrial Sustentável – CEPIS, da Paraíba, que calcula o potencial de produção mais limpa, examinando os processos operacionais de um setor produtivo, nos quais se espera melhorias financeiras e ambientais mais expressivas (ECO INSPECTOR, 2009). No caso específico deste trabalho, não se utilizou o programa para selecionar os melhores focos potenciais de P+L entre os processos operacionais componentes de um determinado setor, mas sim, para selecionar os melhores focos entre os oito setores fabris da empresa.

O *Eco Inspector* é uma ferramenta de apoio para a avaliação de potenciais de P+L em empresas, por meio de uma metodologia sistemática e transparente. A avaliação é semi-quantitativa, baseada no conhecimento das pessoas (gerentes e encarregados de cada setor), que realizam uma breve análise da empresa, um *quick-scan*, selecionando-se as opções mais adequadas nas células das planilhas do programa. Cada opção selecionada pode ser complementada com comentários explicativos dos motivos da seleção, auxiliando

a compreensão das escolhas e dos resultados. As planilhas preenchidas, as tabelas com os resultados e os diagramas podem ser utilizados como subsídio para a seleção dos processos que devem ser investigados com mais detalhes, nas próximas fases e passos da metodologia de P+L. Os processos selecionados pelo programa não substituem uma discussão com a direção da empresa, a qual determinará os setores nos quais os trabalhos devem ser implementados, de acordo com suas prioridades.

O programa *Eco Inspector*, versão *plus*, utilizado neste trabalho, foi desenvolvido pela FHNW e é administrado e disponibilizado, no Brasil, pelo CEPIS, de Campina Grande na Paraíba. O CEPIS é um centro de referência em P+L para a região Nordeste do Brasil, sendo uma ação do SEBRAE da Paraíba, em parceria com a Secretaria de Estado de Economia da Suíça – SECO e apoio técnico da FHNW (CEPIS, 2009). O CEPIS disponibiliza, *on line*, através de nome de usuário e senha eletrônicos, o acesso às planilhas constituintes do programa, descritas abaixo:

**Planilha 1 – Dados Sobre a Empresa:** caracteriza-se pelas informações gerais sobre a empresa.

**Planilha 2 – Política Ambiental da Empresa e Avaliação dos Potenciais de Melhoria dos Serviços:** caracteriza-se pelas informações sobre a existência ou não de uma política ambiental na empresa, existência ou não de pessoal responsável por este setor, uma avaliação sucinta dos potenciais de melhorias dos processos etc.

**Planilha 3 – Números de Produção/Consumo:** caracteriza-se pelas informações quantitativas sobre os elementos – materiais, insumos, resíduos etc – envolvidos nos processos produtivos.

**Planilha 4 – Processos** (subdividida nas seguintes planilhas):

- **Padrão;**
- **Armazenagem;**
- **Transporte;**
- **Calor do Processo;**
- **Ar Comprimido;**
- **Sistemas de Refrigeração;**
- **Segurança, Saúde e Manuseio de Material;**
- **Gerenciamento de Energia;**
- **Outros.**

No presente trabalho, para a identificação dos setores mais promissores, foi suficiente o preenchimento, por setor, apenas das **Planilhas 1 e 2** e da **Planilha Padrão**,

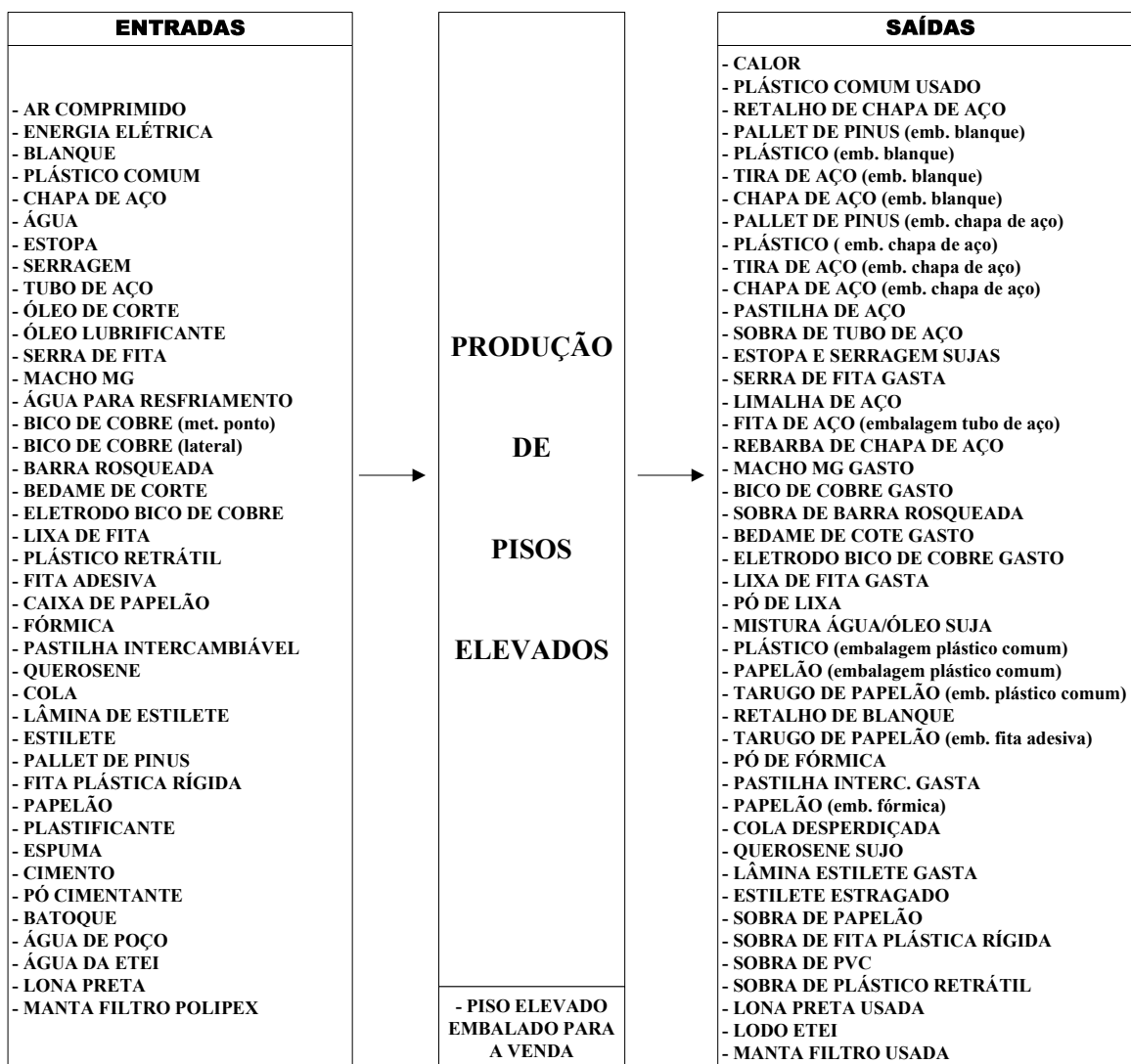
que é uma subdivisão da **Planilha 4**, o que foi feito com o auxílio dos encarregados, pessoal de manutenção, de segurança do trabalho e da gerência. No anexo XXII, encontra-se o relatório do *Eco Inspector* que serviu de base para a direção da empresa selecionar os dois setores em que seria feita a implantação completa do programa de P+L neste trabalho.

### **3.3. – Fase 2 – Pré-Avaliação**

O principal objetivo dessa fase – **Pré-Avaliação** – é selecionar os focos para a próxima fase – **Avaliação**. Foi realizada uma reunião com a direção da empresa a fim de selecionar os dois setores nos quais seria implantada integralmente a metodologia de P+L. A análise dos resultados do Relatório do *Eco Inspector*, indicaram que os três setores com maior potencial econômico e financeiro para a implementação da metodologia de P+L eram, em ordem decrescente: o piso elevado, o estofamento e a painelaria. Ficou decidido, então, em conjunto com a direção da empresa, que seria feita a implementação da P+L nos setores de **piso elevado** e da **painelaria**. O motivo desta escolha, por parte da alta direção da empresa, foi a existência, apenas nestes dois setores, de Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI. Segundo a Diretoria da Mod Line, a ETEI do setor da painelaria, principalmente, não funcionava adequadamente.

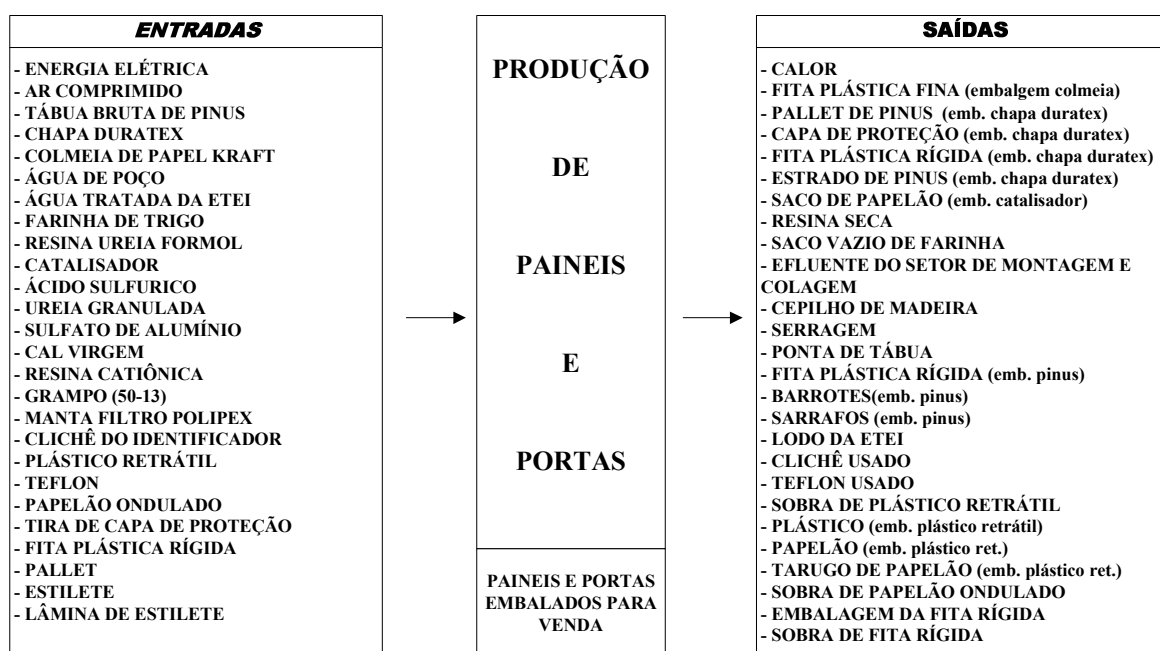
As atividades previstas no quinto passo, o primeiro da fase de pré-avaliação, **Desenvolver o Fluxograma do Processo**, já tinham sido executadas, uma vez que os fluxogramas qualitativos de todos os setores, como citado, haviam sido elaborados anteriormente. O fluxograma qualitativo geral simplificado do setor de piso elevado e o do setor da painelaria estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 3.1 e 3.2. Disponibilizou-se, também, no anexo XXIII, o fluxograma qualitativo detalhado da produção de piso elevado (modelo 600x600x30) e no anexo XXIV, o fluxograma qualitativo detalhado da produção de painéis e portas.

## FLUXOGRAMA QUALITATIVO GERAL SIMPLIFICADO DO PISO ELEVADO



**Figura 3.1. Fluxograma qualitativo geral simplificado do setor de piso elevado**

## FLUXOGRAMA QUALITATIVO GERAL SIMPLIFICADO DA PAINELARIA



**Figura 3.2. Fluxograma qualitativo geral simplificado do setor de painelaria**

Com relação ao sexto e sétimo passos dessa fase, respectivamente, **Avaliar as Entradas e Saídas** e **Selecionar o Foco da Implementação de P+L**, decidiu-se que seria mais interessante para a avaliação e demonstração dos resultados que seriam alcançados, que todas as etapas dos processos produtivos, pertencentes aos dois setores selecionados, fossem consideradas como foco de estudo de oportunidade de P+L, ou seja, os dois setores seriam avaliados integralmente.

Com relação à avaliação dos dados de entrada dos materiais e de saída dos subprodutos, resíduos e efluentes dos processos produtivos do setor de painelaria e do setor de piso elevado, ao invés de se fazer o levantamento com base nos registros de documentos existentes na empresa<sup>8</sup>, decidiu-se que eles seriam coletados no “chão de fábrica” (*in locu*), medindo as quantidades de todas as matérias-primas e água consumidas, e de todos os subprodutos, resíduos e efluentes gerados.

Antes de se iniciar o desenvolvimento das atividades previstas para a **Fase 3 – Avaliação** –, foi identificada uma oportunidade de P+L à qual se deu o nome de “**Oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado**”. A identificação e

<sup>8</sup> O principal motivo foi porque a empresa não possuía esses dados em quantidade e qualidade confiáveis.

implementação de ações para essa oportunidade ocorreu sem a necessidade de se passar pela Fase 3, ou seja, sem a necessidade prévia de se elaborar o balanço de material e se analisar as fontes e causas de geração de resíduos. No próximo item, apresenta-se um relato sobre como essa oportunidade de P+L foi identificada e as propostas para sua implantação.

### **3.3.1. – Identificação da primeira oportunidade de P+L**

A “*Oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado*”, como foi denominada, foi identificada quando se observou, nas pilhas de painéis e portas de divisória embalados para a venda (conforme fotografia da Figura 3.3.), que havia sobra do papelão ondulado utilizado na embalagem, tanto na largura quanto no comprimento.

Foi investigado se existiria algum impedimento do papelão ser comprado na largura, e cortado no comprimento, no tamanho exato dos painéis e portas a serem embalados. Apesar de alguns empregados e o próprio encarregado do setor acreditar que o tamanho maior do papelão possuía alguma função, expresso no relato de um dos empregados do setor: “*Tem treze anos que trabalho aqui e o tamanho do papelão da embalagem sempre foi este*”, além das palavras do próprio encarregado: “*Acredito que se mudarmos o tamanho poderá dar algum problema*”, foram investigadas as possíveis consequências da alteração do tamanho do papelão, verificando-se, então, que não haveria nenhum inconveniente.

Assim, a empresa passou a comprar a bobina de papelão ondulado na largura exata dos painéis e das portas e o responsável pelo corte do papelão foi instruído a cortá-lo no comprimento exato dos mesmos (fotografia da Figura 3.4.).

Outra instrução que foi passada aos empregados relacionava-se ao aproveitamento do pedaço de papelão ondulado que restasse no final da bobina que estava em uso, no caso dele não corresponder ao comprimento dos produtos, painel e porta. Nesse caso, o empregado deveria emendá-lo com um pedaço de papelão de bobina nova, obtendo, assim, o comprimento dos painéis e portas. Parece simples, mas com esse procedimento diferente do anterior, onde as sobras do papelão (pedaço restante no final da bobina) eram geradas, passou-se a não haver mais descarte dessas sobras de papelão ondulado.

Foi determinada a quantidade de papelão ondulado consumido e as sobras geradas para a embalagem e formação das pilhas de painéis e portas, “antes” da implementação da

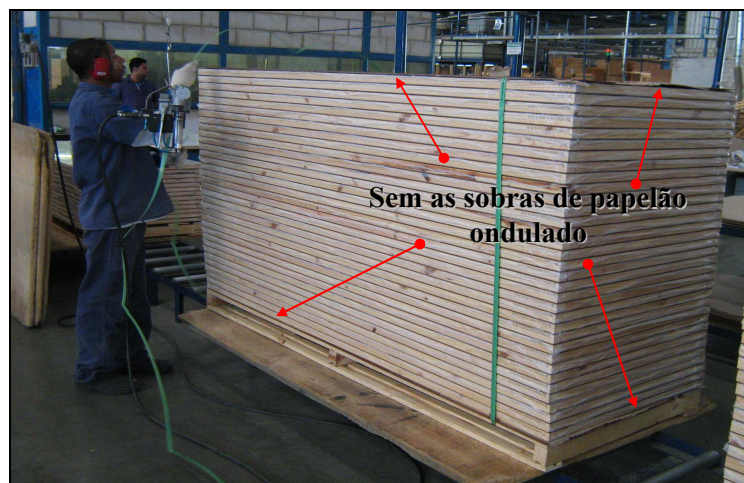
oportunidade de P+L, para se fazer posteriormente a comparação com a situação “depois” da implementação dessa oportunidade.

Tal quantificação foi feita da seguinte forma: determinou-se a massa de quatro bobinas de papelão ondulado para embalagem de painel e de quatro bobinas para embalagem de porta, utilizadas “antes” da implementação da oportunidade, contabilizando-se quantas pilhas de painéis e de portas foram embaladas e a massa das sobras do papelão. Multiplicou-se o número de pilhas de painéis e de portas embalados por trinta e quatro (número total de painéis ou portas embalados por pilha) para obter o número total de painéis e de portas empilhados e embalados com as quatro bobinas. Utilizando-se esses dados, obteve-se o consumo do papelão (quilogramas de papelão ondulado consumido por painel ou por porta empilhada e embalada), assim como a massa da sobra de papelão gerada no processo (quilogramas de sobra de papelão ondulado por painel ou por porta empilhada e embalada).

O mesmo procedimento foi feito “depois” da implementação da oportunidade de P+L, com quatro bobinas de papelão ondulado (adquirida com a nova medida indicada) para painel e quatro bobinas para porta. Quantificou-se apenas a quantidade de papelão ondulado consumido pois, com o novo procedimento adotado, a emenda do papelão no final das bobinas, as sobras de papelão foram eliminadas. A pesagem das bobinas de papelão foi feita em uma balança com capacidade máxima de 500 kg e precisão de 0,1 kg. Como será visto no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implantação de oportunidades de P+L** – a implantação dessa oportunidade trouxe benefícios ambientais e econômicos significativos.



**Figura 3.3. Pilha de painel ou porta embalado pronto para venda**  
Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 11 de maio de 2009



**Figura 3.4. Pilha de painel ou porta embalado pronto para venda**  
Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 13 de junho de 2009

### 3.4 – Fase 3 – Avaliação

Nesta fase, com o auxílio dos balanços de material desenvolvidos e a análise das fontes e causas de geração de resíduos, selecionaram-se as oportunidades de P+L a serem implantadas. Por não existirem, na empresa em estudo, sistemas individualizados de medição de energia, por procedimento ou setor, foi feito o balanço de material no passo 8 – **Originar um balanço de material e/ou energia** – considerando-se apenas os quantitativos das entradas de matérias-primas, insumos e água consumidos e das saídas dos resíduos,



efluentes, sub-produtos e produtos gerados, não se levando em consideração as entradas e perdas de energia. Outra consideração importante no que se refere à confecção dos balanços de material é que, diferentemente do proposto na metodologia de P+L (descrita no capítulo 3), neste passo, o balanço foi elaborado em forma de fluxograma e não de tabela, como também, as massas das entradas e saídas foram apontadas não se levando em consideração seus custos associados.

Foram feitos balanços completos de material para os setores da painelaria e de piso elevado, um geral e outro detalhado, “antes” da implementação das oportunidades de P+L. Para o setor da painelaria, fez-se um balanço de material geral para painéis e portas, conforme Tabela 3.1., abaixo, e dois balanços de material detalhados, um para painel (anexo XXV) e outro para porta (anexo XXVI). Para o setor de piso elevado (modelo 600x600x30), fez-se um balanço de material geral, conforme Tabela 3.2., abaixo, e um detalhado, disponível no anexo XXVIII. Este modelo de piso elevado é o mais importante comercialmente para a empresa, representando cerca de 95% das vendas deste produto. Os balanços de material – apresentados abaixo e nos anexos XXV, XXVI e XXVIII – foram elaborados considerando-se as entradas e as saídas durante o período de um ano, baseadas em projeções comerciais de venda de painéis, portas e pisos elevados (modelo 600x600x30), para o ano de 2010.

**Tabela 3.1. – Balanço geral de materiais para a produção de painéis e portas, projetada para o ano 2010, “antes” da implementação de P+L**

<b>Total da produção: 448.800 painéis e 76.200 portas</b>			
<b>ENTRADAS</b>		<b>SAÍDAS</b>	
<b>Materiais e insumos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Resíduos e efluentes</b>	<b>Quantidade</b>
Água de poço artesiano	310.116,87L	Água tratada	200.000,00L
Tábua bruta de pinus	1.856.059,30kg	Fita plást. rígida fina	361,59kg
Chapa Duratex	7.390.061,96kg	Sarrafo pequeno	4.534,97kg
Colméia kraft	386.218,80kg	Barrote pequeno	6.594,44kg
Farinha de trigo	94.512,00kg	Serragem de pinus	311.870,91kg
Resina ureia formol	347.605,89kg	Ponta de tábua	104.196,24kg
Catalisador	17.294,37kg	Cepilho	88.889,58kg
Ácido sulfúrico	142,49kg	Perda resina tambores	1.995,83kg
Uréia granulada	133,02kg	Sobra cola coladeira	5.280,00kg
Grampo	365,36kg	<i>Pallet</i>	101.170,34kg
Manta filtro	213,30kg	Chapa de proteção	63.157,24kg
Sulfato de alumínio	79,20kg	Estrado	31.702,17kg
Cal virgem	237,60kg	Fita plást.rígida grossa	1.295,44kg
Resina catiônica	39,60kg	Saco papelão vazio	100,16kg
Plástico retrátil	85.214,97kg	Plástico embalagens	298,74kg
Papelão ondulado	39.160,17kg	Saco farinha vazio	323,49kg
Chapa de proteção	84.073,43kg	Lodo da ETEI	45.236,40kg
Fita plástica rígida	2.383,12kg	Manta suja	213,30kg
Barrote de madeira	90.911,30kg	Água evaporada	15.413,56L
Sarrafo	238.808,32kg	Serragem de painel	661.584,06kg
Prego	1.710,44kg	Perda plást. retrátil	197,47kg
		Papelão embalagem	919,51kg
		Tarugo papelão plást.	13.509,72kg
		Sobra papelão ondul.	498,95kg
		Sobra fita rígida	10,55kg
		Tarugo papelão da fita	23,80kg
		Sobra madeira pinus	5.607,35 kg
<b>Material total (kg)</b>	<b>10.635.224,64kg</b>	<b>Resíduo total (kg)</b>	<b>1.449.572,25kg</b>
<b>Água total (L)</b>	<b>310.116,87L</b>	<b>Efluente total (L)</b>	<b>215.413,56L</b>

**Tabela 3.2. – Balanço geral de material para a produção de pisos elevados, projetada para o ano de 2010, “antes” da implementação de P+L**

<b>Total da produção: 72.000 placas de piso elevado + 129.600 longarinas + 87.120 conjuntos de cruzeta e base da cruzeta</b>			
<b>ENTRADAS</b>		<b>SAÍDAS</b>	
<b>Materiais e insumos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Resíduos e efluentes</b>	<b>Quantidade</b>
Blanque 690x690	191.183,04kg	Blanque estourado	1.868,40kg
Blanque 615x615	208.338,48kg	Rebarba de aço	27.360,00kg
Água limpa de poço	307.357,92L	Plástico usado	2.320,56kg
Água da ETEI	216.000,00L	Limalha de aço	1.174,77kg
Plástico	2.523,60kg	Sobra de barra rosqueada	359,80kg
Tubo de aço	127.295,71kg	Barra rosqueada estragada	96,70kg
Chapa de aço	42.396,94kg	Sobra de tubo de aço	4.129,05kg
Barra rosqueada	14.242,37kg	Massa de concreto perdida	57.600,00kg
Porca	2.582,23kg	Resíduo de aço	8.453,19kg
Cimento	306.720,00kg	Pastilhas de aço	595,20kg
Pó cimentante	151.920,00kg	Mistura água/óleo sujos	2.266,35L
Plastificante	1.872,00kg	Água evaporada	86.400,00L
Espuma	10.368,00kg	Água da ETEI	216.000,00L
Batoque	144.000 unid.	Pallet madeira	6.258,56kg
Manta filtro	64,80kg	Pallet madeira descartado	3.312,00kg
Lona preta terreiro	43,20kg	Plástico da embalagem	89,39kg
Plástico encolhível	601,34kg	Sarrafo madeira	53,28kg
Fita plástica	83,98kg	Cantoneira de aço	1.511,11kg
Pallet para piso elevado	12.238,56kg	Fita de aço	987,40kg
Papelão ondulado	576,00kg	Papelão	31,89kg
Chapa de proteção	1008,00kg	Tarugo papelão	207,36kg
Fita plástica rígida	784,80kg	Lona preta usada	43,20kg
Fita de papel adesiva	87,12kg	Chapa Duratex descartada	1.008,00kg
Caixa de papelão	1.015,81kg	Estopa suja	97,69kg
Pallet para descarte	3.312,00kg	Manta filtro usada	64,80kg
Óleo de corte	194,94L	Pedaço de Fita rígida	5,04kg
Estopa	86,38kg	Saco cimento vazio	1.212,48kg
Tinta epoxi-pó	6.744,57kg	Saco cimentante vazio	720,00kg
<b>Material total (kg)</b>	<b>1.086.088,93kg</b>	<b>Resíduo total (kg)</b>	<b>119.559,87kg</b>
<b>Água total (L)</b>	<b>523.552,86L</b>	<b>Efluente total (L)</b>	<b>304.666,35L</b>

Juntamente com os encarregados e os empregados dos setores de painelaria e de piso elevado, com pessoal da manutenção e do setor de compras, em reuniões agendadas com essa finalidade, foram estudados os fluxogramas de processos e os balanços de

materiais elaborados, sendo observadas as quantidades e a qualidade dos elementos constituintes das entradas e saídas dos processos. Na ocasião incentivou-se que os próprios empregados fizessem uma análise criteriosa e abrangente em relação às fontes e causas de geração dos resíduos e efluentes, contemplando, assim, o passo 9 da metodologia de P+L – **Conduzir uma avaliação das fontes e causas** –, e o passo 10 – **Gerar as oportunidades de P+L**.

Nessas reuniões, todos os participantes tiveram o direito de expressar sua opinião, sem pré-julgamentos, sendo sempre destacada a importância da participação de todos nesta etapa do processo. A cada oportunidade de P+L gerada foi dada um nome que a identificasse e servisse de referência durante a elaboração e descrição dos próximos passos, os quais foram transcritos, como tal, neste trabalho.

No passo 11 – **Selecionar as oportunidades de P+L** – os nomes das oportunidades identificadas foram apresentadas em ordem cronológica de implantação, determinados em função da facilidade de implementação, das exigências operacionais e tecnológicas, da abrangência dos estudos de viabilidade necessários, e, também, da evolução e desenvolvimento previstos para sua implantação dentro do programa. As oportunidades “identificadas e selecionadas” foram as seguintes:

- 1ª. Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível;
- 2ª. Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas;
- 3ª. Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador;
- 4ª. Oportunidade de redução da água utilizada na painelaria;
- 5ª. Oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria;
- 6ª. Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado;
- 7ª. Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado;
- 8ª. Oportunidade de redução de massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado;

Nos itens seguintes, apresenta-se um relato sobre como essas oportunidades de P+L foram identificadas e as propostas para implementá-las.

#### **3.4.1. – Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível**

A oportunidade de P+L denominada “*Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível*” foi identificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de painéis*, e deste mesmo balanço para portas, apresentados nos

anexos XXV e XXVI, para o procedimento empregado na *embalagem individual*, que utiliza a máquina *embaladeira de plástico encolhível*, ao se quantificar as entradas e saídas de filme plástico encolhível

O filme plástico encolhível é comprado na forma de bobina enrolada em tarugo de papelão e é utilizado para embalar individualmente cada painel e porta produzidos (Fotografia da Figura 3.5.). Durante a quantificação das “entradas e saídas” do filme plástico, verificou-se que a empresa o adquiria sem descontar a massa do tarugo de papelão. O tarugo que sobrava era, depois, vendido para ferros velhos por preço irrisório. As bobinas de filme plástico compradas e os tarugos vendidos são, ambos, comercializados por massa (kg). A massa média dos tarugos de papelão representa, aproximadamente, 16% da massa média total das bobinas de plástico. Esse valor foi obtido pesando-se quarenta bobinas de filme plástico para embalagem de painéis, antes de serem usadas, em uma balança com capacidade máxima de 500 kg e precisão de 0,1 kg, e os respectivos tarugos de papelão residuais, após serem utilizadas. O mesmo procedimento foi feito com bobinas de plástico para embalagem de portas. Dividindo-se a massa média dos 40 tarugos, de painéis e portas, pelo peso médio total de suas respectivas 40 bobinas residuais, obteve-se o percentual de 16%, citado acima.

Em função da oportunidade de P+L identificada, combinou-se com o departamento de compras que novas propostas de fornecimento fossem negociadas, junto ao atual e aos possíveis novos fornecedores, visando maior valorização na venda do tarugo de papelão. Conseguiu-se, com as novas negociações, que o próprio fornecedor comprasse de volta os tarugos que sobravam após o uso do filme plástico no processo de embalagem. Os tarugos residuais seriam, então, pesados, faturados e coletados pelo próprio fornecedor de filme plástico, sempre que novas bobinas fossem entregues à empresa. A entrega das bobinas é feita por caminhão do próprio fabricante do plástico. Assim, além dos tarugos serem reutilizados para a mesma finalidade, bobinagem do plástico encolhível, passou-se a não mais vendê-los como sucata, vendendo-os por um preço maior que o anterior, e conseguindo, com essa nova negociação, uma diminuição nos custos de aquisição desse material.

Encontra-se descrito no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implantação de oportunidades de P+L** – os benefícios ambientais e econômicos significativos que esta oportunidade proporcionou.

Existe ainda uma segunda possibilidade, a ser implantada futuramente, que está sendo estudada junto aos fornecedores de filme plástico encolhível, do filme plástico ser

fornecido enrolado em bobinas de PVC. As bobinas de PVC seriam adquiridas pela empresa – a Mod Line Ltda seria a proprietária dos tarugos de PVC – e fornecidas ao fabricante de plástico encolhível, para serem rebobinadas. O fabricante só cobraria, ao vender o filme plástico, o correspondente à massa do filme plástico fornecido. A vantagem de se usar tarugos de PVC seria a melhor padronização de sua massa, quando comparada aos tarugos de papelão, facilitando a conferência dos valores da massa de plástico pelo fabricante e pela Mod Line. Outra vantagem é a sua maior durabilidade, por se tratar de material mais resistente e não higroscópico.



**Figura 3.5. Embaladeira de painel e porta (setor da painelaria)**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 06 de junho de 2010

### **3.4.2. – Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas**

A “Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas” foi identificada, durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de painéis*, e deste mesmo balanço para portas, apresentados nos anexos XXV e XXVI, para o procedimento *formação de pilhas*, que utiliza a máquina *fitadora pneumática*.

Os painéis e portas são vendidos aos clientes em pilhas de trinta e quatro unidades. A amarração das pilhas era feita utilizando-se uma fita plástica rígida de cor verde (Fotografias das Figuras 3.3. e 3.4.). Foi verificado, observando-se as caçambas de lixo da empresa, que havia um volumoso descarte de um tipo de fita plástica rígida (de cor preta e um pouco mais grossa que a verde, empregada para a amarração das pilhas), conforme Fotografia da Figura 3.6.. Essas fitas pretas eram sobras oriundas da embalagem das chapas Duratex, adquiridas pela empresa e utilizadas na fabricação de painéis e portas (Fotografia apresentada na Figura 3.7.), e da embalagem dos aglomerados e compensados utilizados na fabricação de móveis (Fotografia da Figura 3.8.).

Foram quantificadas as entradas e saídas da fita plástica rígida do setor da painelaria. Foi estimado que, aproximadamente 54 % da fita plástica verde (percentagem em massa), que seria necessária para a amarração das pilhas de painéis e portas, poderia ser substituída pela sobra das embalagens das chapas Duratex. Para a pesagem das fitas rígidas utilizou-se balança eletrônica com capacidade máxima de 15 kg, do tipo das que são empregadas para a pesagem de frios em padarias e mercearias.

Durante reunião realizada com o pessoal do setor, perguntou-se o motivo pelo qual a fita rígida preta descartada não era reaproveitada para a embalagem das portas e painéis. Foi alegado, por alguns dos empregados, que a fitadora pneumática utilizada para fundir a fita plástica rígida de cor verde, durante a formação das pilhas de painéis e portas, não tinha “*potência suficiente*” para fundir a fita rígida preta, que era mais grossa. Alegaram, ainda, que já haviam tentado aproveitar a fita plástica rígida preta, “*mas a fitadora pneumática esquentava muito e a emenda não ficava confiável, muitas vezes se rompendo*”.

Como opção identificada de P+L, combinou-se com o setor de compras que fossem levantados os possíveis fabricantes do equipamento fitadora pneumática, para se avaliar a viabilidade de substituição do equipamento atual por outro mais adequado, e assim, possibilitar o aproveitamento das fitas plásticas rígidas pretas que eram jogadas fora. Tal oportunidade de P+L mostrou-se bastante promissora.

Encontra-se descrito no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implementação das oportunidades identificadas** – os benefícios ambientais e econômicos significativos que esta oportunidade proporcionou.



**Figura 3.6. Fita plástica rígida preta descartada na caçamba (imagem maior) e no tambor de lixo (imagem menor) das instalações da empresa**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 06 de maio de 2009



**Figura 3.7. Chapa Duratex embalada (fita plástica rígida preta circulada em verde)**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 06 de maio de 2010





**Figura 3.8. Aglomerado e compensado embalado (fita plástica rígida preta circulada em verde)**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 06 de maio de 2010

### **3.4.3. – Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador**

A “*Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador*” foi identificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de painéis*, e deste mesmo balanço para portas, apresentados nos anexos XXV e XXVI, elaborado para os dois procedimentos: *definição do comprimento do pinus* e *produção de requadros*, que utilizam, respectivamente, as máquinas *traçador* e *multilâmina*.

Durante a fabricação do painel ou da porta utiliza-se um quadro estrutural, ao longo de suas bordas, confeccionado com requadros de madeira de pinus, produzidos a partir de tábuas de pinus (conforme destacado na Fotografia da Figura 3.9.). Primeiramente, a tábua de madeira é serrada transversalmente no equipamento “traçador”, definindo-se seu comprimento. Na operação são gerados os resíduos serragem e ponta de tábua (Fotografia da Figura 3.10.). Posteriormente, a tábua é serrada longitudinalmente no equipamento conhecido como “multilâmina”, produzindo-se os requadros (Fotografia da Figura 3.11.), com geração de serragem e cepilhos (Fotografia da Figura 3.12.). Para a produção de painel e de porta utilizam-se três tamanhos de requadros diferentes.

Para a quantificação da madeira de pinus, dos requadros produzidos e dos resíduos gerados, “antes” da implementação da oportunidade de P+L, utilizou-se uma balança de capacidade máxima de 3.000 kg e precisão de 0,5 kg. Foram pesados dois amarrados

completos de tábuas de pinus com sua embalagem, para cada tamanho de requadro utilizado na produção de painéis e na produção de portas. Após o corte das tábuas e obtenção dos requadros, foram determinadas as massas dos elementos constituintes da embalagem que sobraram, das pontas de tábuas e dos cepilhos de madeira gerados, além dos requadros produzidos. Diminuindo-se a massa inicial dos amarrados de tábuas da massa de sua embalagem, do cepilho de madeira gerado, das pontas de tábuas gerados e dos requadros produzidos, chegou-se à massa da serragem gerada.

Com base nos valores encontrados, calculou-se o consumo de madeira: massa (sem a embalagem de tábua bruta de pinus) de tábua por painel ou por porta fabricados. Calcularam-se, também, as massas das sobras de madeira geradas: constituintes da embalagem, dos cepilhos de madeira, da serragem e das pontas de tábua, por painel ou por porta fabricados.

Foram analisadas as possíveis causas de geração dos resíduos, serragem e cepilho de madeira, durante a operação da máquina “multilâmina”, bem como as causas de geração das pontas de tábuas de madeira, na máquina “traçador”. Concluiu-se que a causa da grande geração de cepilho de madeira era a largura excessiva da tábua utilizada, a causa da sobra em excesso de ponta de tábua era devido ao seu comprimento excessivo, assim como, a causa da grande geração de serragem era devido à espessura dos dentes das serras utilizadas na “multilâmina”.

Para diminuir a geração de serragem, seria necessário substituir as serras utilizadas na multilâmina por outras com dentes de menor espessura e, para isso, foi preciso levantar no mercado se a ferramenta estava disponível e seu custo de aquisição. A substituição de uma serra por outra implicaria em investimento financeiro, além de exigir um estudo minucioso de viabilidade técnica dessa oportunidade de P+L. Identificou-se no mercado uma serra com dentes menos espessos, aparentemente adequada ao serviço proposto e ao equipamento “multilâmina”. A empresa adquiriu um jogo de cinco dessas serras para teste. O teste da nova serra mostrou-se promissor. Os estudos de viabilidade, econômico e ambiental, para a aquisição das novas serras, também se mostraram viáveis. Maiores detalhes sobre a implantação desta oportunidade de P+L serão apresentados no Capítulo 4, quando tratar da Fase 4 – **Estudo de Viabilidade** das oportunidades de P+L.



**Figura 3.9. Etapa de montagem dos quadros (confeccionados com requadros de madeira de pinus) utilizados na montagem de painéis e portas**  
 Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 17 de abril de 2009



**Figura 3.10. Etapa do corte (transversal) da tábua de pinus no equipamento traçador (imagem maior) e detalhe das pontas de tábua geradas em um tambor (imagem menor)**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 06 de maio de 2010 (imagem maior) e em 16 de abril de 2009 (imagem menor)



**Figura 3.11. Etapa do corte (longitudinal) da tábua de pinus no equipamento multilâmina para a produção de requadros**

Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 17 de abril de 2009



**Figura 3.12. Cepilho de madeira armazenado para descarte**

Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 15 de maio de 2010

Como oportunidade de P+L relacionada à diminuição da geração de cepilhos e pontas de tábua de madeira de pinus na fonte, foi estudada a aquisição de tábuas brutas de pinus com novas medidas (menores no comprimento e largura), solicitando-se, ao departamento de compras, que novos fornecedores de madeira fossem levantados. Posteriormente, analisando-se a melhor opção de fornecimento, a empresa fechou contrato

de fornecimento com um novo fornecedor, o qual propôs contrato com preço e condições de pagamento mais atrativo, possuía selo ambiental FSC para certificação de sua madeira e forneceria, conforme solicitado pela Equipe de P+L, suas tábuas de pinus embaladas com fitas plásticas rígidas e barrotes de madeira com dimensões adequadas para reutilização na Mod Line Ltda. Com isso, os barrotes, que eram antes vendidos por preços irrisórios para cerâmicas, e as fitas plásticas rígidas, antes descartadas em aterros, poderiam ser utilizados como fonte de matéria-prima na empresa, respectivamente, para a fabricação de pallets e para a embalagem de painéis e portas.

Encontra-se descrito no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implementação das oportunidades identificadas** – os benefícios ambientais e econômicos significativos que esta oportunidade de P+L proporcionou.

#### **3.4.4. – Oportunidade de redução da água gasta na painelaria**

A “*Oportunidade de redução da água gasta na painelaria*” foi identificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de painéis*, e deste mesmo balanço para portas, apresentados nos anexos XXV e XXVI, referente ao procedimento *preparação da cola, montagem e colagem dos painéis e portas*, que utilizam as máquinas *batedeira e coladeira*. A elaboração e análise dos resultados do balanço de material relativo à quantificação do volume de água consumida e de efluentes lançados na estação de tratamento de efluentes industriais – ETEI possibilitou a identificação desta oportunidade de P+L.

Na produção de painéis e de portas utiliza-se água para a fabricação de cola e para a limpeza das batedeiras, da coladeira e dos demais utensílios utilizados nesse procedimento. A cola utilizada na colagem de painéis e portas é produzida a partir da mistura de resina, farinha de trigo, catalisador e água. A água é disponibilizada no setor em torneiras, com pouca pressão, sendo proveniente de um poço freático instalado na empresa<sup>9</sup> e do reuso do efluente tratado na ETEI, originário da água utilizada nesse setor.

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa e a Fundação Estadual de Meio Ambiente – Feam foram informadas, formalmente, que o efluente gerado no setor, e destinado à ETEI, é totalmente reaproveitado, após passar por tratamento, na própria painelaria.

---

<sup>9</sup> A empresa possui outorga de direito de uso de água expedida pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM.

O tratamento executado, até então, era apenas físico-químico, e consistia na sedimentação parcial dos sólidos em suspensão e na correção do pH do efluente. A água tratada, a ser reusada, ao final, possuía um aspecto leitoso, demonstrando que o tratamento não possuía boa eficiência. O volume dos tanques da estação de tratamento, para armazenamento e tratamento do efluente, à época da elaboração deste trabalho, era próximo de 8.000 L.

O consumo de água e a geração do efluente não eram controlados, inclusive, não havia nenhum equipamento de medição (hidrômetro, por exemplo) instalado que permitisse essas quantificações. Como o percentual de água utilizado na cola era conhecido, parte do volume de água consumido poderia ser quantificado, tomando-se como base a quantidade de cola produzida. O consumo médio de cola, por metro quadrado de chapa Duratex<sup>10</sup> colada nos painéis e portas, também era conhecido, podendo-se, assim, quantificar a massa de cola produzida em função da produção de painéis e portas (metragem quadrada colada). Destaca-se que as dimensões das chapas Duratex<sup>11</sup>, utilizadas para a produção de painéis e portas, são padronizadas. Quantificou-se, utilizando-se desses conhecimentos, o volume de água consumido na produção de cola.

O volume de efluente gerado na limpeza do setor, “antes” da implantação desta oportunidade de P+L, foi considerado como sendo igual ao volume de efluente destinado à ETEI.

Para fazer a medição do volume de efluente destinado à ETEI, solicitou-se ao encarregado do setor que deixasse a instalação (ETEI) limpa e vazia durante um final de semana. A partir da segunda-feira subsequente, o volume de efluente lançado na estação, até seu completo enchimento, foi monitorado. Os empregados do setor foram orientados a não utilizarem a água tratada da ETEI para produção de cola ou para a limpeza do setor. Quando a estação ficou cheia, mediu-se o volume de efluente presente na estação baseando-se nas dimensões dos tanques.

Verificou-se, então o total de painéis e portas que foram fabricados no período correspondente aos dias necessários para o enchimento da ETEI. Com a informação sobre o volume de efluente na ETEI gerado nesse período e o número de painéis e portas produzidas, nas respectivas metragens quadradas de chapa Duratex coladas, foi possível

---

<sup>10</sup> Cada painel ou porta produzido levam duas chapas Duratex (uma chapa em cada uma de suas duas faces). O painel utiliza 5,13m<sup>2</sup> de chapa Duratex e a porta cerca de 3,47m<sup>2</sup>, sendo a gramatura utilizada de cola aproximadamente de 180g/m<sup>2</sup>.

<sup>11</sup> Toda chapa Duratex utilizada no painel possui dimensão de 1,21m de largura versus 2,12m de comprimento e a utilizada na porta possui 0,82m de largura versus 2,12m de comprimento.

estimar a quantidade de cola fabricada no período e, por conseguinte, a quantidade de água utilizada na produção dessa cola. Estimou-se, assim, o consumo de água e a geração de efluente por painel e porta fabricados, “antes” da implementação da oportunidade de P+L. As medições para quantificação das “entradas” e “saídas” de água no procedimento *preparação da cola, montagem e colagem dos painéis e portas* foram repetidas três vezes.

Uma reclamação recorrente dos empregados do setor da painelaria era o funcionamento inadequado da ETEI, que não permitia, com certa frequência, o reuso total da água tratada. Em algumas reuniões, com a equipe de trabalho do setor, foram discutidas as dificuldades enfrentadas no tratamento do efluente da ETEI, no reaproveitamento da água tratada e, claro, as possíveis soluções. Uma das soluções propostas, que aparentemente resolveria definitivamente o problema, seria a de adquirir e instalar uma nova ETEI, para o tratamento do efluente gerado, e seu lançamento, dentro dos padrões ambientais exigidos, na rede coletora de esgoto da Copasa. Analisando-se o balanço de material e os volumes de “entrada” de água e “saída” de efluente gerado, uma outra oportunidade de P+L foi aventada. Observou-se que, diariamente, a quantidade de água gerada como efluente, principalmente durante a limpeza da coladeira (Fotografia da Figura 3.13.), era muito maior do que o volume de água consumida na produção de cola. Esse era, assim, um fator determinante da dificuldade de se obter um tratamento eficiente do efluente na ETEI, pois aumentava, em muito, o tempo de residência do efluente nos tanques da estação de tratamento, gerando muitas vezes mau cheiro, como também, com o passar dos dias, fazia com que a água tratada, utilizada na limpeza, chegasse às torneiras cada dia mais contaminada, com maior concentração de sólidos em suspensão e o aspecto cada dia mais turvo (leitoso), inviabilizando, assim, a sua utilização na limpeza do setor e gerando, conseqüentemente, no caso de sua utilização, após a limpeza do setor, um efluente cada vez mais contaminado. Formava-se, assim, um ciclo vicioso, onde a baixa eficiência do tratamento proposto, aliada à maior quantidade de efluente gerado durante a limpeza do setor, mostrava ser a causa do problema, desequilibrando o sistema e não permitindo, como descrito acima, o reuso total do efluente tratado, em função do aumento crescente da concentração de sólidos em suspensão.



**Figura 3.13. Limpeza da coladeira com mangueira (água com pouca pressão)**

Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 15 de fevereiro de 2010

Foi sugerido, como oportunidade de P+L, pesquisar no mercado máquinas de limpeza (lavadoras de alta pressão) que permitissem fazer a limpeza com maior eficiência e economia, usando menos água, porém com mais pressão, buscando-se, assim, gerar, diariamente, menor volume de efluente que o volume consumido de água na fabricação de cola. Posteriormente, foram adquiridas duas dessas máquinas, instalando-se também no setor, um hidrômetro, para que pudesse ser feita a medição do consumo de água, “após” a implementação da oportunidade de P+L encontrada, e manter seu monitoramento. A oportunidade mostrou-se bastante promissora. Maiores detalhes com relação aos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental serão mostrados no Capítulo 4, na Fase 4 - **Estudo de Viabilidade.**

Encontra-se descrito no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implementação das oportunidades identificadas** – os benefícios ambientais e econômicos significativos que esta oportunidade proporcionou.

### **3.4.5 – Oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria**

A *“oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria”* foi identificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de painéis*, e deste mesmo balanço para portas, apresentados nos anexos XXV e XXVI, para o procedimento *preparação da cola, montagem e colagem dos painéis ou portas*, que utilizam as máquinas *batedeira e coladeira*.



A cola consumida na produção de painéis e portas é preparada, como descrito anteriormente, a partir da mistura de água, farinha de trigo, resina uréia formol, catalisador e, eventualmente, ácido sulfúrico e uréia, utilizados em pequenas quantidades.

A coleta dos dados quantitativos, “antes” da implantação da oportunidade de P+L, das “entradas” das matérias-primas consumidas na produção de cola, e das “saídas” dos resíduos gerados, foi efetuada separadamente. Para a obtenção dos valores das entradas das matérias-primas (água, farinha de trigo, catalisador e resina uréia formol), as mesmas foram pesadas juntamente com suas respectivas embalagens, no início de um dia de trabalho. Ao final do dia, as matérias-primas não consumidas e as embalagens vazias geradas, foram pesadas. A diferença de massa das matérias-primas, medida no início do dia, das matérias-primas, obtida no final do dia, forneceu o valor consumido de cada matéria-prima no dia.

A área de chapa Duratex utilizada na produção de painel ou de porta (superfície que recebe a cola na coladeira), como informado anteriormente, é conhecida. Multiplicou-se, então, a área colada de um painel e de uma porta (metros quadrados) pelo número total de painéis e portas fabricados, no mesmo dia da pesagem das matérias-primas, obtendo-se a área total de chapa colada. Dividindo-se o somatório dos valores consumidos das matérias-primas pela área total colada de painel e de porta, obteve-se a quantidade consumida de matéria-prima (em quilogramas) por metro quadrado de painel e porta colados / fabricados. Essa medição foi repetida três vezes.

A quantificação dos resíduos gerados (lodo resultante da limpeza da ETEI da painelaria e raspa de cola proveniente da limpeza da coladeira) foi feita em um período determinado, que compreendeu o intervalo de dias entre duas limpezas da estação de tratamento. Combinou-se com o encarregado do setor que deixasse a estação de tratamento limpa e vazia, em um final de semana, e um tambor plástico vazio (com capacidade de 200,00 L), ao lado da coladeira, o qual seria utilizado no armazenamento do resíduo de raspa de cola, resultante da limpeza diária (no final do expediente) da coladeira. Aguardou-se o dia da próxima limpeza, quando a ETEI estivesse saturada de lodo. Determinou-se, então, a massa de lodo resultante da limpeza dos tanques da estação de tratamento, e a massa de cola armazenada no tambor plástico. Baseado na metragem de chapa colada de painéis e portas, produzidos nesse mesmo período, chegou-se à quantidade de resíduos gerados (lodo e raspa de cola), em quilogramas, por metro quadrado de chapa colada de painel e porta, “antes” da implementação da oportunidade de P+L. Esse processo de quantificação foi repetido três vezes. O consumo de ácido sulfúrico e de uréia granulada

foi estimado dividindo-se a quantidade adquirida de cada um dos produtos pela área total de chapa colada de painéis e portas, para todo o ano de 2009.

Estimou-se, assim, o consumo de matérias-primas e de resíduo gerado por área colada de painéis e portas produzidos, “antes” da implementação da oportunidade de P+L, assim como, o percentual de cola produzida transformado em resíduo.

A grande quantidade de lodo gerado na ETEI levou à conclusão que a maior parte dele não poderia ser proveniente, apenas, da limpeza dos equipamentos do setor de produção de cola, mas, possivelmente, de cola jogada fora antes mesmo de ser usada. Nas reuniões, onde foram discutidas as possíveis causas da grande geração desse resíduo, verificou-se que a principal causa era o descarte de cola no canal de despejo da ETEI, oriunda, ao longo do dia, de esvaziamento de batedeiras de cola quase cheias com o produto, em função da mesma começar a secar e não mais poder ser usada na linha de produção. Isto ocorria porque o encarregado do setor era pressionado pelo departamento comercial da empresa a fabricar e expedir, no mesmo dia, painéis e portas que tinham sido colados e prensados pela manhã. Para que isso fosse possível acrescentava-se, sem um controle mais fino, quantidades elevadas de catalisador à mistura de cola produzida, a fim de que os produtos secassem mais rápido (muitas vezes, secando rápido até de mais) e permitisse sua finalização e comercialização no mesmo dia em que fossem colados<sup>12</sup>. Outro fator apontado como causa da grande geração de resíduo de cola estava relacionado com os procedimentos adotados no horário de almoço e quando do término da jornada de trabalho. Normalmente, a cola era jogada fora, antes do horário do almoço e no final do dia, horários em que a produção era interrompida, pois, em geral, era preparada em quantidade maior (na cozinha de cola) que a necessária para consumo, de acordo com o número de painéis e de portas a serem fabricados (na área de colagem), devido ao volume da batedeira de cola utilizada, como também, à falta de comunicação entre os responsáveis pelas duas seções. Programou-se, então, a compra de uma batedeira de cola, com menor capacidade do que a utilizada, instruindo-se o empregado responsável pela fabricação de cola a utilizá-la nesses horários críticos, a fim de que se diminuísse o desperdício de cola. Estimulou-se, também, uma maior comunicação entre as duas áreas envolvidas.

Pode-se constatar, também, que não era feito nenhum tipo de controle da qualidade das matérias-primas adquiridas. Portanto, concluiu-se, durante as reuniões, que durante a

---

<sup>12</sup> Em outras empresas do ramo, instaladas no Brasil, os painéis e portas são colados em um dia e somente são esquadrejados no dia seguinte, descansando por uma noite pelo menos, conforme informação obtida junto ao setor técnico do fabricante da resina ureia-formol/catalisador.

produção de cola, a montagem e colagem dos painéis e portas, não havia nenhum tipo de controle ou padronização dos processos produtivos, ou seja, as operações eram realizadas com base na experiência dos operadores, empiricamente. Identificou-se, assim, que a ausência de boas práticas de produção e de uma melhor adequação do local de produção de cola (cozinha de cola) eram as principais causas da grande geração desse resíduo.

Decidiu-se, assim, fazer uma visita técnica ao fabricante da resina uréia-formol e do catalisador, para conhecer melhor o processo de produção desses produtos, da cola e de colagem dos painéis e portas. Nesta visita ficou claro que a adequada fabricação da cola e a colagem dos painéis e portas dependia, fundamentalmente, de dois importantes fatores físico-químicos: o *gel time* e a viscosidade da cola. Para a determinação do *gel time*, retira-se uma pequena amostra, após a mistura de uma batida de cola, colocando-a em um copinho plástico “tipo cafezinho”. Movimenta-se, em círculo a amostra contida no copinho, a cada minuto, com o auxílio de um pauzinho “tipo picolé”, até que se obtenha uma consistência característica (pastosa para dura). O período de tempo entre a coleta da amostra até o momento no qual se atinge esta consistência característica corresponde ao *gel time* da cola. A determinação do *gel time* é importante para a definição do tempo no qual a cola ficará disponível para a produção de painéis e portas, sem secar, antes de ser aplicada, e do tempo de prensagem e descanso, antes do esquadreamento dos painéis e portas colados.

A viscosidade é determinada colocando-se uma amostra de 0,1 L de cola dentro de um utensílio laboratorial, de nome “Copo Ford nº 8”, após a mistura de uma batida de cola. O Copo Ford nº 8 é um copo metálico em forma de funil, com um orifício na parte inferior. Tampa-se este orifício com o dedo, adiciona-se 0,1 L de cola, tira-se o dedo do orifício e recolhe-se a cola que escoou em um recipiente qualquer, medindo-se o período de tempo entre a retirada do dedo do orifício até o escoamento total da cola pelo utensílio. Quanto menor for o período de escoamento, menor é a viscosidade e maior a fluidez da cola. Existe uma viscosidade ideal para a cola propiciar uma colagem adequada.

Alguns dos fatores que podem propiciar variação do *gel time* e da viscosidade são: o pH da água utilizada, a temperatura ambiente no momento da produção e utilização da cola, as temperaturas da cola, da resina e da água utilizadas, as características físico-químicas da farinha de trigo e a quantidade porcentual de catalisador, resina, água e farinha de trigo na cola. A umidade das chapas Duratex e dos requadros de madeira, utilizados na montagem e colagem dos painéis e portas, também são fatores que podem influenciar na obtenção de uma colagem adequada.

Ficou combinado, durante a visita ao fabricante da resina/catalisador, que um de seus técnicos visitaria a empresa para auxiliar na preparação de um documento, onde seriam padronizadas as práticas operacionais da produção de cola e colagem, assim como, seriam introduzidos alguns testes laboratoriais para a análise da qualidade da cola produzida, e das matérias-primas utilizadas. Um Copo Ford nº 8 e alguns equipamentos e utensílios para serem utilizados durante a preparação da cola foram adquiridos. Maiores detalhes com relação aos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental serão detalhados no Capítulo 4, na Fase 4 – **Estudo de Viabilidade**.

Encontra-se descrito no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implementação das oportunidades identificadas** – os benefícios ambientais e econômicos significativos que essa oportunidade de P+L proporcionou.

#### **3.4.6. – Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado**

A *“oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado”* foi verificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de piso elevado*, apresentado no anexo XXVII, no procedimento  *corte de tubo de aço*, que utiliza a máquina *serra de fita*, destinados à fabricação de longarina (acessório utilizado na montagem do piso elevado) e da geração de sobras de tubos de aço após seu processamento.

O piso elevado é um tipo de revestimento de superfície, de construção civil, geralmente usado em centros de processamento de dados, salas de escritórios e empreendimentos corporativos em geral. Para a montagem do piso elevado, são necessárias placas de aço (componente modular em aço que compõe a parte transitável do piso elevado), os suportes telescópicos (acessórios metálicos, reguláveis, da estrutura do piso elevado utilizados para nivelamento) e as longarinas (componentes para contraventamento dos suportes telescópicos, quando as características construtivas do piso elevado assim exigirem), de acordo com a norma ABNT NBR 12.544 / 1991.

O piso elevado é montado a partir de placas de aço modulares justapostas, apoiadas em estrutura própria também modulada, composta de suportes telescópicos, com ou sem longarinas, para maior travamento. Os suportes telescópicos são conhecidos, comercialmente, como cruzetas e bases de cruzetas. A fixação das peças é feita à semelhança da fixação de um forro no teto, sendo que as peças são invertidas, guardando

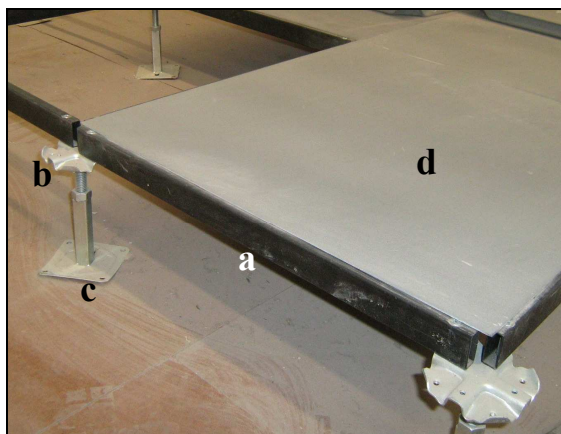
um distanciamento do piso suficiente para a passagem de cabos de dados, telefônicos, elétricos, de dutos de ar condicionado e água.

Um grande percentual dos pisos elevados é comercializado com longarinas (Fotografia da Figura 3.14.). As longarinas industrializadas e comercializadas pela Mod Line são padronizadas (possuindo comprimento de 0,58m). Para a confecção dessas longarinas são adquiridas barras de tubos de aço com 6,0m de comprimento, sendo este o comprimento usual no mercado.

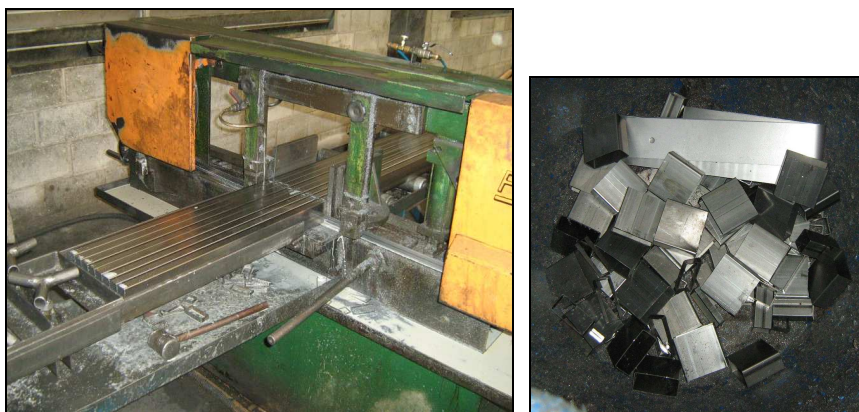
“Antes” da implementação dessa oportunidade de P+L, coletou-se os dados de “entrada”, referentes ao consumo de tubo de aço para a produção das longarinas, e de “saída”, referente aos resíduos gerados após o processamento (corte) do tubo. Para a quantificação das entradas e saídas, durante o processamento do tubo de aço, foi utilizada uma balança com capacidade máxima de 3.000 kg e precisão de 0,5 kg. Antes do corte, pesou-se 100 barras de tubo de aço com 6,0 m de comprimento. Depois, foram pesadas a limalha de aço e as sobras de tubos de aço – pontas das barras – geradas a partir do corte das peças na serra de fita (Fotografia da Figura 3.15.). As determinações foram efetuadas duas vezes. Utilizando-se os valores encontrados e dividindo-se a massa dos resíduos gerados pela massa inicial dos tubos, antes do corte, chegou-se a um percentual de geração de resíduo correspondente a 3,33 % da massa dos tubos de aço utilizados. O resíduo era destinado a empresas de reciclagem de sucata ferrosa, sendo vendido por preço irrisório.

Como forma de diminuir a geração desses resíduos e aproveitar melhor os tubos de aço, solicitou-se ao departamento de compras da empresa, fazer um levantamento no mercado sobre a possibilidade de se adquirir tubos de aço de menor comprimento (5,85 m ao invés de 6,00 m). A solicitação foi prontamente atendida, tendo sido encontrados fabricantes que comercializam tubos sob medida, conforme especificação do cliente. A única ressalva feita pelos fornecedores foi que a compra teria de ser programada com, pelo menos, trinta dias de antecedência.

Encontra-se descrito no Capítulo 5 – **Comparação entre o “antes” e o “depois” da implementação das oportunidades identificadas** – os benefícios ambientais e econômicos significativos que esta oportunidade proporcionou.



**Figura 3.14. Imagem do piso elevado sendo montado e suas peças constituintes: longarina (a), cruzeta (b), base da cruzeta (c) e placa do piso elevado (d)**  
 Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 17 de junho de 2010



**Figura 3.15. Etapa do corte (transversal) dos tubos de aço no equipamento serra de fita (imagem maior) e detalhe das pontas de tubo de aço geradas em um tambor (imagem menor)**  
 Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 08 de maio de 2010 (imagem maior) e em 08 de maio de 2010 (imagem menor)

### 3.4.7. Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado

A “oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado” foi identificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de piso elevado*, conforme detalhado no anexo XXVII, para os procedimentos *corte de chapa de aço* e *prensagem*, que utilizam, respectivamente, as máquinas *guilhotina* e *prensa Jundiaí*, a partir da quantificação do consumo de chapas de aço, utilizadas na fabricação de cruzeta e base da cruzeta (acessórios utilizados na montagem do piso elevado), e das sobras geradas, após seu processamento.

Todo piso elevado é montado utilizando-se um conjunto padronizado de cruzeta e base da cruzeta (Fotografia da Figura 3.14.). O conjunto compõe o pedestal regulável sobre o qual as placas do piso elevado apóiam-se durante a montagem do piso. Para a fabricação desses dois acessórios (cruzeta e base da cruzeta), utilizam-se pequenas chapas de aço quadradas estampadas e furadas. No mercado, habitualmente, encontram-se chapas de aço no formato de folhas retangulares, com dimensões de 1,0m ou 1,2m de largura por 2,0m ou 3,0m de comprimento (detalhado na Fotografia da Figura 3.16.). Inicialmente, corta-se as chapas na guilhotina produzindo-se tiras de chapa de aço (Fotografia da Figura 3.17.), sendo que a largura das tiras cortadas é função do produto a ser fabricado: cruzeta ou base da cruzeta. A cruzeta e a base da cruzeta utilizam tiras de aço com largura e espessura diferentes (a cruzeta duas medidas diferentes e a base da cruzeta uma medida diferente). Em função da dimensão padronizada da chapa de aço comercializada, habitualmente, 1,0m ou 1,2m de largura por 2,0m ou 3,0m de comprimento, bem como das larguras utilizadas na confecção das tiras serem sempre as mesmas, para cada chapa cortada na guilhotina sobra um retalho de chapa (resíduo), na forma de uma tira mais fina e com largura incompatível para reutilização. Posteriormente, essas tiras de chapa de aço são estampadas em uma matriz (acoplada à prensa Jundiaí), produzindo-se, a partir dessa etapa, pequenas chapas quadradas estampadas e furadas. Ressalta-se que, para cada tira de aço estampada sobra um resíduo, uma ponta de tira, cujo tamanho reduzido inviabiliza sua reutilização, além de pastilhas de aço geradas durante a confecção dos furos. Todo o resíduo gerado (tiras com largura muito fina, pontas de tira e pastilhas de aço) é destinado a empresas de reciclagem de materiais ferrosos, sendo vendido, em massa, por preço irrisório.



**Figura 3.16. Chapas de aço, no formato de folha retangular, empilhadas**  
Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 17 de junho de 2010



**Figura 3.17. Tiras de chapa de aço cortadas, empilhadas, para a produção das chapas quadradas a serem estampadas, utilizadas na fabricação de cruzetas ou bases da cruzeta**

Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 17 de junho de 2010

“Antes” da implementação dessa oportunidade de P+L, coletou-se os dados de “entrada” referente ao consumo de chapa de aço e de “saída”, referente às sobras geradas da chapa, após processamento. Para a quantificação das entradas e saídas, durante o processamento da chapa de aço, utilizou-se uma balança com capacidade máxima de 3.000 kg e precisão de 0,5 kg. Inicialmente, antes do corte, foram pesados três amarrados de chapa de aço, separadamente, com suas respectivas embalagens (um dos amarrados seria cortado para a produção da chapa de aço quadrada utilizada na fabricação da base da cruzeta, e os outros dois amarrados seriam cortados, separadamente, para a produção das duas diferentes chapas de aço quadradas utilizadas, concomitantemente, na fabricação da cruzeta). Posteriormente, os três amarrados de chapa de aço foram processados, pesando-se, separadamente, as três diferentes chapas quadradas estampadas e furadas, as sobras de suas embalagens (cantoneira de aço, fita de aço, plástico e *pallet*) e os resíduos gerados durante o corte do material na guilhotina (retalhos de chapa de aço em forma de tira), além daqueles gerados durante a estampagem na prensa Jundiaí (pontas das tiras de chapa de aço e pastilhas de aço), conforme Fotografia da Figura 3.19. A coleta de dados foi repetida duas vezes.

Destaca-se que as pastilhas de aço geradas (resíduo) são inerentes ao processo de produção das chapas estampadas, não sendo possível, portanto, evitar sua geração. Utilizando-se dos valores encontrados e dividindo-se a massa dos resíduos gerados, daqueles com possibilidade de serem evitados (retalho de chapa de aço em forma de tira e as pontas destas tiras), pela massa inicial dos seus respectivos amarrados de chapas (descontadas as massas das embalagens), chegou-se ao percentual aproximado de geração de resíduo de 21,0 % em relação à massa da chapa de aço utilizada.



Para reduzir a geração desses resíduos, otimizando o aproveitamento das chapas de aço, foi solicitado ao departamento de compras da empresa que levantasse no mercado empresas que fornecessem chapas de aço em bobinas (Fotografia da Figura 3.18.), na largura e na espessura necessárias para a produção dos três tipos de chapa estampadas utilizadas na fabricação de cruzetas e de bases da cruzeta. A solicitação foi prontamente atendida, sendo encontrados fabricantes que comercializam as chapas de aço na forma de bobinas, sob medida, conforme a especificação do cliente. A única ressalva feita foi que seriam estipuladas quantidades mínimas de compra por medida (largura e espessura).

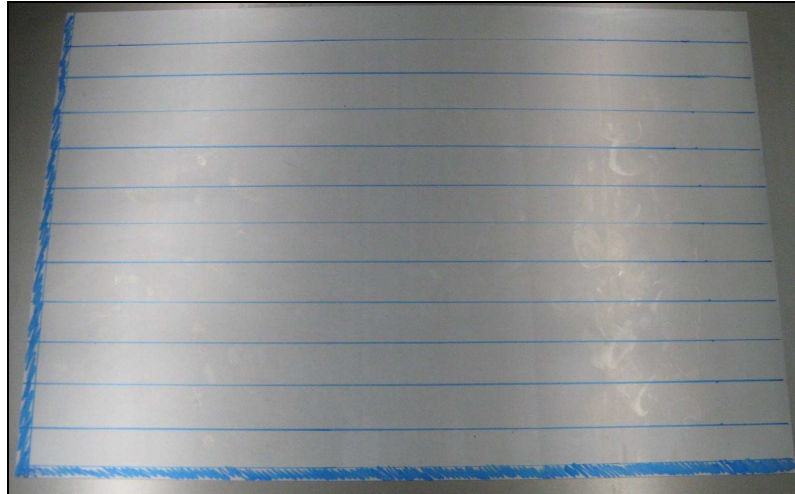
Outra solicitação feita, também ao setor de compras da empresa, foi pesquisar no mercado possíveis fabricantes do equipamento industrial “Desbobinador Motorizado” de chapas de aço para prensas, imprescindível para a utilização das chapas em forma de bobinas, e que tem a função de desenrolar a bobina de aço durante o seu processamento. Esta solicitação também foi prontamente atendida pelo departamento comercial da empresa. O objetivo da utilização de chapa em bobina e o investimento em um desbobinador motorizado, foi o de eliminar, por completo, a etapa do corte de chapa na guilhotina, evitando-se, assim, a geração de resíduos, que ocorria durante esse procedimento, bem como, praticamente, eliminar a geração do resíduo que ocorria na estampagem das tiras na prensa Jundiaí, pois no lugar de se ter várias sobras de ponta de tira por tiras estampadas, ter-se-ia apenas uma sobra de ponta por bobina estampada, pois a bobina nada mais é que uma tira comprida.

A oportunidade de P+L mostrou-se bastante promissora. Maiores detalhes com relação aos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental serão detalhados no Capítulo 4, na descrição da Fase 4 - **Estudo de Viabilidade**.



**Figura 3.18. Três bobinas de chapa de aço empilhadas uma sobre a outra**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 4 de abril de 2010



**Figura 3.19.** Chapa de aço desenhada, antes de ser cortada, para demonstração do seu aproveitamento após processamento. Desenhou-se 12 tiras de chapa de aço que seriam produzidas, mais os resíduos que seriam gerados, após o processamento na guilhotina (área hachurada na horizontal) e na prensa Jundiaí (área hachurada na vertical).

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 4 de abril de 2010

#### **3.4.8. – Oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado**

A “*oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado*” foi identificada durante a elaboração e análise do *balanço de material detalhado da produção de piso elevado*, apresentado no anexo XXVII, nos procedimentos *concretagem, lavagem e secagem e tratamento do efluente*, que utilizam os equipamentos *misturadeira, bomba de espuma e de água para limpeza*, a partir da quantificação do consumo de matérias-primas e de água, durante a produção da massa mista de cimento, e da geração de resíduo, desperdiçado na produção da massa mista de cimento e enchimento das placas de piso elevado.

Como explicado, anteriormente, a placa de piso elevado é confeccionada a partir de duas chapas de aço estampadas, justapostas e soldadas, sendo preenchida internamente com massa mista de cimento. O piso elevado estudado foi do “modelo 600x600x30”, que corresponde a uma placa de piso elevado com dimensões de 0,60m (lado) x 0,60m (lado) x 0,03m (espessura), ou seja, a uma placa de piso elevado quadrada com 0,60m de lado e 0,03m de espessura.

O enchimento é feito através de um furo, sendo que, em cada placa, são feitos dois furos (na face da altura da placa), um para enchimento e outro para saída do ar durante o enchimento, que são posteriormente tampados com tampa plástica (batoque), assim que o volume interno da placa tenha sido totalmente preenchido com cimento. Para o enchimento, a placa é colocada de pé, com os dois furos para cima (Fotografia da Figura 3.20.). A massa de cimento é produzida (misturada) em um mezanino, situado acima do local de enchimento das placas. A massa de cimento preparada em betoneiras (situadas em um mezanino) é transferida para uma bacia de armazenamento (situada nesse mesmo mezanino), dotada de duas mangueiras de abastecimento. A massa de cimento armazenada nesta bacia flui, por gravidade, através da mangueira de abastecimento, cuja extremidade é introduzida em um dos furos da placa para enchimento. A massa de cimento é obtida a partir da mistura de água, cimento, pó cimentante, espumante e plastificante.

Efetuiu-se a coleta de dados referentes à “entrada” das matérias-primas consumidas na fabricação da massa de cimento, e à “saída” dos resíduos gerados durante a operação de mistura da massa e de enchimento das placas, “antes” da implementação dessa oportunidade de P+L.

Para a obtenção dos valores das massas de “entrada” das matérias-primas (água, cimento, pó cimentante, plastificante e espumante, pesou-se separadamente os materiais, com suas respectivas embalagens, no início de um dia normal de trabalho, uma segunda-feira. Ao final do dia, foram pesados os materiais que não tinham sido usados e as embalagens vazias geradas, para cada um dos materiais empregados. A diferença entre a massa dos materiais, no início do dia e no final do dia, forneceu a massa consumida de cada matéria-prima por dia. O mesmo processo de coleta de dados foi repetido durante mais quatro dias de trabalho, fechando-se o levantamento em uma sexta-feira, ou seja, após uma semana de trabalho. Também se contabilizou o total de placas que foram enchidas durante essa semana.

Dividindo-se a massa total das matérias-primas consumidas pelo número de placas que foram enchidas durante a semana, obteve-se a massa, em quilogramas, de massa mista de cimento consumida por placa de piso elevado enchido.

Na sexta-feira anterior à semana em que foi feita a coleta desses dados, combinou-se com o encarregado do setor que fosse feita uma limpeza na ETEI do setor do piso elevado, que recebe os resíduos de massa de cimento descartados e o efluente da água utilizada na limpeza das placas no setor. No final da semana na qual foram feitas as pesagens das matérias-primas, fez-se uma nova limpeza da ETEI, pesando-se o resíduo

encontrado. Dividindo-se a massa do resíduo lançado na ETEI pelo número de placas que foram enchidas, obteve-se a massa, em quilogramas, de massa mista de cimento desperdiçada por placa de piso elevado enchida. Diminuindo-se a massa total de matéria-prima consumida na fabricação de massa de cimento da massa total de resíduo gerado, lançado da ETEI, obteve-se um valor que, dividido pelo número de placas que foram enchidas, fornece a massa, em quilogramas, de massa de cimento dentro de cada placa de piso elevado.

Estimou-se, assim, o consumo de matérias-primas e a geração de resíduos “antes” da implementação dessa oportunidade de P+L, por placa enchida com massa de cimento, bem como, o percentual de 12,5% de massa de cimento produzida que se transformava em resíduo.

A partir da avaliação da quantidade de massa de cimento que era lançada na ETEI, deduziu-se que a maior parte desse material não poderia ser proveniente apenas da limpeza dos equipamentos e do setor de mistura de cimento, mas sim, de massa mista de cimento jogada fora durante o processo de enchimento das placas. As mangueiras utilizadas no enchimento das placas não possuíam nenhum tipo de registro em suas pontas para controlar o fluxo de massa durante o enchimento. Além disso, grande quantidade de massa de cimento fluía pelas pontas da mangueira e pelos furos das placas, escorrendo pelas placas, e caindo no chão (Fotografia da Figura 3.20.). O setor de enchimento e os empregados responsáveis por esta atividade ficavam totalmente sujos, devido ao grande desperdício de massa de cimento.



**Figura 3.20. Etapa de enchimento das placas do piso elevado (detalhe dos dois furos por placa na imagem menor)**

Fonte: Acervo pessoal, imagens obtidas em 17 de novembro de 2009

Em reuniões, que contaram com a participação do encarregado do setor de piso elevado e dos empregados responsáveis pela produção da massa e enchimento dos pisos elevados, foram discutidas as causas do grande desperdício de massa de cimento, chegando-se à conclusão que a principal causa seria o tipo de equipamento utilizado para enchimento (tecnologia), que se encontrava totalmente desajustado para o tipo de serviço executado.

Como solução proposta, verificou-se a necessidade de se adquirir no mercado um equipamento adequado para a operação de enchimento das placas, que dosasse o produto na quantidade adequada, diminuindo, assim, o desperdício e a sujeira no setor. Durante as reuniões, o encarregado do setor do piso elevado e alguns empregados ressaltaram que a solução proposta de adquirir um equipamento dosador, semi-automatizando o processo, já havia sido discutida algumas vezes, desde quando foi iniciada a produção de piso elevado na empresa, e que parecia ser de difícil concretização. Nas palavras de um empregado antigo de empresa: *“Tem pelo menos oito anos que a gente fala que precisa comprar uma máquina pra encher de concreto o piso elevado, mais ou menos igual se enche tanque de carro com gasolina”*. No mesmo sentido, se expressou o encarregado do setor: *“Já passou um monte de gente por aqui falando que resolveria este problema, mas até hoje nada. Teve um gerente de fábrica e, também, outro, especializado em piso elevado, que trabalhou aqui na empresa e falou que iria dar um jeito nisso. Acho muito difícil arrumar uma máquina pra isso, se arrumasse ia ser muito bom pro trabalho”*.

Foi solicitado ao departamento de compras que pesquisasse no mercado possíveis fabricantes desse tipo de equipamento, o qual, após minuciosa investigação, informou a inexistência no Brasil de fabricantes para o equipamento solicitado. Na busca pela solução desse problema, discutiram-se alternativas, quando surgiu a promissora idéia de se verificar, junto a fabricantes de equipamentos dosadores do setor de laticínios (fabricantes de dosadores para embalagens de doce de leite, requeijão, leite etc.), a possibilidade de algum deles desenvolver um equipamento para enchimento do piso elevado. Após alguns meses de insistente pesquisa conseguiu-se, de três fabricantes de equipamentos, projetos (desenhos técnicos) e propostas de fabricação de equipamentos para o serviço proposto. Destaca-se que o desenho e o princípio de funcionamento dos equipamentos, das propostas dos três fabricantes, quando comparadas entre si, eram muito diferentes, apesar de possuírem preços muito próximos. Duas propostas foram feitas a partir de dados, informações, fotografias e vídeos do processo de enchimento do piso elevado, que foram

enviados ao fabricante de equipamentos pela internet e pelo correio. Apenas um dos fabricantes se dispôs a visitar a empresa, sem compromisso de compra ou de cobrança de taxa de visita, conhecendo, *in loco*, a real necessidade que o equipamento deveria ter para a execução do serviço, fornecendo, então, sua proposta para a produção do equipamento.

Baseados nas três propostas recebidas foram realizados estudos de Viabilidade Econômica que indicaram, claramente, a obtenção de lucro a partir de qualquer um dos três investimentos. Os estudos foram apresentados à Direção da empresa, demonstrando-se a viabilidade econômica dos mesmos, ressaltando-se à Alta Direção da Empresa, porém, que qualquer um dos equipamentos que viesse a ser adquirido seria desenvolvido/produzido pela primeira vez, com exclusividade para essa necessidade da Mod Line Ltda, não possuindo “garantias reais” de funcionamento. A princípio, a Direção vetou a aquisição de qualquer um dos três equipamentos propostos justificando que a compra de um equipamento nunca antes construído e testado, feito pela primeira vez, seria de um risco muito grande, caracterizando-se quase uma “aventura”. Os três fabricantes foram informados da negativa da empresa com relação à aceitação de suas propostas em função do risco, já descrito acima. Posteriormente, um dos proponentes, o que havia visitado as instalações da empresa, modificou a condição de pagamento de sua proposta, propondo que o equipamento somente fosse pago depois que o mesmo estivesse instalado, testado e funcionando, conforme a necessidade da empresa. A Direção da empresa foi informada dessa nova condição, apresentada pelo “confiante” fabricante do equipamento, autorizando, então, a sua aquisição.

A oportunidade de P+L mostrou-se bastante promissora. Maiores detalhes com relação aos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental serão detalhados no Capítulo 4, na descrição da Fase 4 - **Estudo de Viabilidade**.

# CAPÍTULO 4

## ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE P+L NA EMPRESA MOD LINE

---

Neste capítulo, continuar-se-á a descrição, por fases e passos, dos procedimentos adotados durante o trabalho de implementação da P+L na planta industrial da empresa Mod Line, traçando-se um paralelo com a metodologia de P+L descrita no Capítulo 2. As fases que serão abordadas são a quarta – **Estudo de Viabilidade** – e a quinta – **Implementação**, sendo que o início da descrição corresponde ao décimo segundo passo da quarta fase – **Avaliação Preliminar** – e o final, ao vigésimo passo da quinta fase – **Sustentar as Atividades de P+L**.

A fase **Estudo de Viabilidade** será descrita ordenadamente, com relação aos seus passos, e iniciada com a **avaliação preliminar** de cada oportunidade de P+L selecionada, que determinará a necessidade de se executar os estudos de **avaliação técnica, econômica e ambiental**. Destaca-se que o décimo sexto passo – **seleção das oportunidades** – não será descrito, pois todas as oportunidades de P+L já haviam sido selecionadas anteriormente.

A fase **Implementação** será descrita nos textos referentes a cada oportunidade de P+L selecionada de forma implícita e dispersa, sendo que alguns de seus passos serão evidenciados apenas quando se fizer necessário. O item “avaliar”, pertencente ao décimo nono passo **Monitorar e Avaliar**, será descrito no próximo capítulo – **Comparação Entre o “Antes” e o “Depois” da Implantação das Oportunidades de P+L** –, para cada uma das oportunidades de P+L estudadas.

Destaca-se que a ordenação das oportunidades de P+L, descritas no Capítulo 3, foi mantida neste capítulo.

### 4.1. – Estudo de Viabilidade e Implementação (Fases 4 e 5)

#### 4.1.1. – Oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado*” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L de mudança de

qualidade da matéria-prima, de baixo custo e de implementação muito simples, para a qual foi realizado apenas um estudo técnico simplificado, não sendo necessária a execução de estudos de viabilidade econômica e ambiental, pois o aumento da lucratividade e o benefício ambiental, com a diminuição da quantidade comprada de papelão ondulado e geração de resíduos, eram óbvios.

O aspecto técnico estudado, nesse caso, foi se a diminuição do tamanho usado do papelão ondulado (na largura e no comprimento) e o aproveitamento de suas sobras (emendando-se dois pedaços de papelão) poderiam, de alguma forma, comprometer a qualidade da embalagem dos painéis e portas. Posteriormente, verificou-se que estas ações não seriam contraproducentes.

Na quinta e última fase, denominada **Implementação**, no item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**, para garantir que essa oportunidade de P+L não se perdesse com o tempo, o setor de recepção de mercadorias foi orientado a conferir a largura das bobinas no ato do recebimento do produto, e informar o departamento de compras, no caso de ocorrer alguma divergência em relação às especificações, para que fossem tomadas as providências necessárias. O empregado responsável pelo corte das aparas de papelão ondulado passou, também, a conferir e a anotar, diariamente, a largura das bobinas por ele utilizadas. O encarregado do setor da painelaria ficou responsável pelo monitoramento da etapa de corte do papelão e o aproveitamento das sobras das bobinas. Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável pela realização de reuniões mensais com todos os funcionários da área, a fim de verificar se os procedimentos determinados estavam sendo executados corretamente.

#### **4.1.2 – Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível*” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L de implementação simples, que se baseia no reuso de resíduo e de baixo custo. Nesse caso, foram feitos apenas os estudos de viabilidade econômica e ambiental. O estudo de viabilidade técnica não foi necessário, pois não se adquiriu nenhum tipo de equipamento ou se fez modificação e introdução de novos materiais e insumos no processo produtivo.

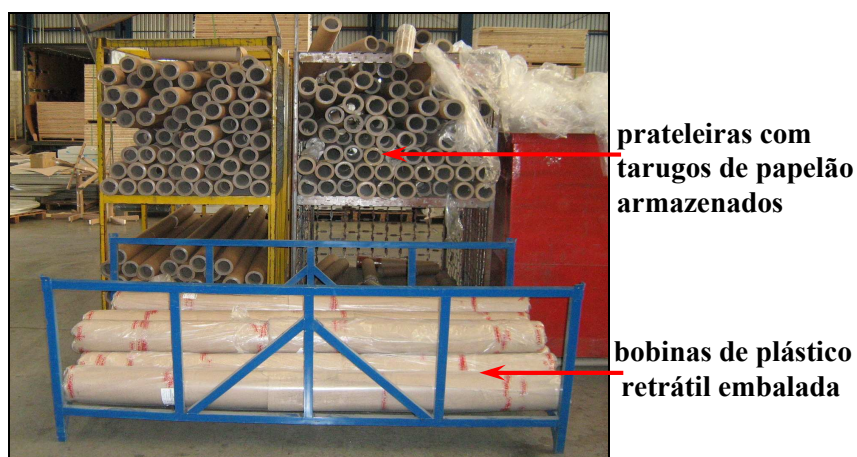
Com relação ao estudo de **Viabilidade Econômica**, verificou-se que a implementação dessa oportunidade de P+L resultaria em maior lucro para a empresa, em torno de 233%, com a venda dos tarugos para o próprio fabricante do produto, ao invés de



vendê-los para ferros-velhos. No tocante ao estudo de **Viabilidade Ambiental**, o fato do tarugo de papelão ser reutilizado para o mesmo fim (bobinagem do filme plástico encolhível) caracteriza uma estratégia ambiental de P+L de nível mais elevado que, por exemplo, a opção por reciclagem externa ou por ciclos biogênicos.

Uma das poucas providências necessárias, na fase **Implementação** dessa oportunidade de P+L, foi a instalação de duas prateleiras na área de embalagem de painéis e portas (Fotografia da Figura 4.1.), destinadas ao armazenamento temporário dos tarugos residuais. Destaca-se que as duas prateleiras foram conseguidas em outros setores da fábrica, pois não estavam sendo utilizadas. Os empregados responsáveis pela manipulação das bobinas de plástico e dos seus tarugos foram orientados a manusear com cuidado esses materiais, a fim de que fosse preservada a integridade física dos tarugos, de modo que eles pudessem ser, posteriormente, reutilizados na bobinagem de plástico pelo fabricante.

Na quinta e última fase **Implementação**, com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**, destaca-se que, para garantir que a oportunidade de P+L não se perdesse com o tempo, o setor de recepção de mercadorias foi formalmente instruído a pesar, faturar e fazer o carregamento dos tarugos armazenados nas prateleiras no caminhão do fabricante do plástico, sempre após a entrega de uma carga de bobinas de filme plástico na empresa. Os encarregados do setor da painelaria e de recepção de mercadorias ficaram responsáveis pelo acompanhamento dessa atividade. Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável pela realização de reuniões mensais com todos os envolvidos nessas operações, a fim de verificar o correto cumprimento das orientações dadas.



**Figura 4.1. Prateleiras para armazenagem dos tarugos de papelão residuais**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 08 de junho de 2010

#### **4.1.3. – Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas*” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L de simples implementação, de custo mediano e que se baseia em mudança tecnológica e no reuso de resíduo na própria empresa. Os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental relativos a essa oportunidade de P+L foram feitos.

A dificuldade enfrentada no estudo de **Viabilidade Técnica** situou-se em verificar a disponibilidade, no mercado, de uma fitadora pneumática que emendasse (fundisse), adequadamente, as pontas da fita plástica rígida preta que eram descartadas, e possuísse, robustez e capacidade de trabalho suficientes para atender as necessidades operacionais e produtivas durante a embalagem dos painéis e portas.

Foram identificados três fabricantes para este tipo de equipamento que poderiam fornecer a fitadora pneumática pretendida. A descrição dos equipamentos e suas condições de fornecimento (preço, condições de pagamento, prazo de entrega etc) foram muito semelhantes. Optou-se, então, em adquirir o modelo de fitadora que possuía a mesma potência do equipamento que vinha sendo utilizado, que possibilitava manter o mesmo tempo de execução por processo, não consumindo, assim, mais energia que antes. Além disso, o fabricante disponibilizou o equipamento para teste, sem ônus para a empresa. Também se verificou que o número de empregados necessários para operar o equipamento e seu custo de manutenção ficaram muito próximos daqueles associados à antiga fitadora.

Para o estudo de **Viabilidade Econômica** utilizou-se apenas o cálculo do Período de Recuperação do Capital Investido. Utilizou-se no cálculo o valor investido na aquisição da fitadora pneumática dividido pelo valor da quantidade de fita rígida que seria reaproveitada no setor da painelaria, para a produção projetada para o ano de 2010. Para o cálculo do valor da fita utilizou-se o preço de compra do quilograma da fita plástica rígida, praticado em 2009, com o frete incluído, descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS e COFINS). Não se considerou o reaproveitamento das fitas descartadas do setor da marcenaria, pois somente para a geração de resíduos do setor de painelaria existiam dados quantitativos (o balanço de material foi realizado apenas neste setor). Aparentemente, a quantidade que sobrava de fita plástica rígida no setor da marcenaria era igual ou maior que a quantidade gerada no setor da painelaria. O Período de Recuperação do Capital Investido calculado foi de 2,07 anos, conforme pode ser constatado na planilha apresentada no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1 – Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas**

<b>Planilha para análise de viabilidade econômica</b>	
Números baseados em projeção de venda de painéis e portas para o ano de 2010 (448.800 paineis e 79.200 portas)	
<b>SAÍDAS (INVESTIMENTOS)</b>	
Especificação	Valor de aquisição
- fitador pneumático	R\$14.000,00
<b>Total</b>	R\$14.000,00
<b>ENTRADAS (BENEFÍCIOS ECONÔMICOS)</b>	
Especificação	Valor do benefício
- 1.296,00kg de fita plástica rígida, aproveitada das embalagens das chapas Duratex, que deixariam de ser compradas por R\$5,20/kg ao ano.	R\$6.739,20
<b>Total</b>	R\$6.739,20
$\text{Período de Recuperação de Capital Investido (em anos)} = \frac{\text{saídas(total)}}{\text{entradas(total)}} = \frac{\text{R\$14.000,00(investimento)}}{\text{R\$6.739,20(benefício)}} = \mathbf{2,07 \text{ anos}}$	

Pode-se inferir que, se fosse também considerado o reaproveitamento das fitas descartadas na marcenaria, o Período de Recuperação relativo a essa oportunidade de P+L poderia chegar à metade, ou seja, cerca de um ano, tornado-se, assim, ainda mais lucrativa esta oportunidade de P+L.

Com relação ao estudo de **Viabilidade Ambiental**, o fato de a fita plástica rígida ser reutilizada para o mesmo fim (embalagem de painéis e portas) caracteriza uma estratégia ambiental de P+L de nível mais elevado que, por exemplo, a opção pela reciclagem externa e por ciclos biogênicos, evitando, assim, seu descarte em aterros.

Na quinta e última fase **Implementação** (com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**) destaca-se que, para garantir que a oportunidade de P+L não se perdesse com o tempo, o setor de compras foi orientado a não mais adquirir fitas plásticas rígidas novas, bem como, instruiu-se os empregados responsáveis pela abertura das embalagens de chapa Duratex e aglomerado a encaminharem as sobras de fitas plásticas para o setor de embalagem de painéis e portas. O encarregado pelo serviço de limpeza da fábrica foi orientado a sempre verificar, nas caçambas de lixo da empresa, a presença de algum descarte de fitas plásticas rígidas pretas e, no caso de observar alguma, informar ao encarregado do setor da painelaria. Um empregado (técnico em meio

ambiente) ficou responsável por realizar reuniões mensais com todos os envolvidos nos procedimentos citados, a fim de verificar o correto cumprimento das orientações dadas.

#### **4.1.4. – Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâminas e no traçador*” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L de complexidade mediana, pouco onerosa, de mudança de matéria-prima e tecnológica, para a qual os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental foram feitos.

O principal aspecto observado no estudo de **Viabilidade Técnica** referiu-se à pesquisa, no mercado, de um fabricante de serra de madeira que produzisse uma serra de menor espessura (espessura dos dentes da serra) que a usada pela empresa no equipamento “multilâmina”, sendo capaz de operar com igual, ou melhor, desempenho (a “multilâmina” utiliza cinco serras de cada vez, conforme pode se observado na fotografia da Figura 4.2., sendo necessárias outras dez serras de reserva, para substituição durante a afiação das serras em uso).

Deparou-se com algumas dificuldades técnicas, durante a pesquisa das serras, as quais foram explicadas pelos próprios fabricantes:

- quanto mais fina a serra, maior sua vibração, aumentando o risco de quebra da serra, aumentando a necessidade de reposição das peças, além de produzir um corte menos uniforme da madeira;
- quanto mais fina a serra, menos espessos são os dentes (elemento cortante, propriamente dito), podendo ocasionar maior desgaste e quebra desses dentes, maior frequência de manutenção e de afiação da serra e pior qualidade do corte da madeira;
- quanto mais fina a serra, mais importante tornam-se as propriedades da madeira a ser cortada (dureza, umidade, número de nós por metro quadrado etc), devido à maior possibilidade de danos e de diminuição de sua vida útil.

Após o estudo dos aspectos apontados pelos fabricantes, decidiu-se adquirir as serras mais finas, ficando-se, de início, em dúvida sobre a escolha entre dois tipos de serras, de diferentes fabricantes. As duas opções de serra oferecidas eram bastante distintas com relação ao *design*, diâmetro externo, diâmetro de eixo, número e espessura de dentes, entre outras características. Nenhum dos dois fabricantes se dispôs a fornecer à empresa, gratuitamente, um jogo de novas serras para teste. Portanto, diante de tão díspares opções, optou-se por adquirir a serra do fabricante que enviou um técnico à Mod Line (engenheiro

especialista em serras e corte), o qual se mostrou bastante capacitado e forneceu as informações necessárias para a escolha do melhor tipo de serra.

Foram adquiridos então dois jogos de serras (dez unidades) para teste. Fez-se uma ficha de controle de produção, que foi entregue ao operador da “multilâmina,” para o acompanhamento da operação e desempenho da nova serra, onde seria anotado o período de tempo que seria necessário (em dias) para a afiação da nova serra, as eventuais quebras de dentes e outras observações necessárias. Este acompanhamento foi realizado durante três meses, sendo verificado que a nova serra possuía período de afiação e manutenção (reposição de dentes eventualmente quebrados) semelhantes à que era usada anteriormente. A qualidade do corte foi compatível com as exigências do processo fabril, o número de operadores necessários para a execução do serviço não foi alterado e não foi exigido nenhum tipo de treinamento específico para a execução do trabalho com a nova serra.



**Figura 4.2. Detalhe do conjunto de cinco serras na multilâmina**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 23 de abril de 2009

Outro aspecto observado, ainda dentro do estudo de **Avaliação Técnica** dessa oportunidade de P+L, relacionou-se às tábuas de madeira de pinus com novas medidas, que teriam que ser adquiridas. Com o sucesso alcançado com a utilização da nova serra, partiu-se para a determinação das novas dimensões (menores que as anteriores) das tábuas que seriam usadas. Na época, verificou-se, junto à serraria que fornecia madeira à empresa, a possibilidade de fornecimento das tábuas com as novas medidas sugeridas. O fornecedor mostrou certa dificuldade e, até mesmo, certo desinteresse em fornecer as tábuas. A alegação foi que sua floresta de pinus era constituída de árvores mais velhas, e que a redução no tamanho das tábuas seria um grande complicador para sua produção e aproveitamento das toras de pinus. Diante disto, buscou-se um novo fornecedor de tábuas

de pinus, que deveria atender às condições de qualidade e de fornecimento exigidos (faixa de umidade da madeira adequada, pouco empeno, pouca quantidade de nós, garantia de fornecimento e prazo de entrega, logística, preço e condições de pagamento, dentro das necessidades de produção e comerciais exigidos pela empresa).

Um novo e pretenso fornecedor de tábuas enviou amostras para teste com as novas medidas. Obteve-se êxito no teste realizado com essas tábuas. Como pontos a favor desse fornecedor, quando comparado ao antigo, destacam-se: sua madeira possuía melhor qualidade (melhor esquadreamento das faces laterais e das pontas, menor quantidade de nós por metro quadrado e menos empeno), possuía certificação de manejo florestal internacional FSC<sup>13</sup>, melhor preço por metro cúbico e atendimento de todas as condições de fornecimento exigidas pela Mod Line.

Outra vantagem, a ser destacada, foi a possibilidade do reaproveitamento (reuso) integral, dentro da Mod Line, das fitas plásticas rígidas e dos tarugos de madeira que compõem a embalagem dos amarrados das tábuas. Foi sugerido ao novo fornecedor que os tarugos da embalagem dos amarrados viessem com as mesmas dimensões (altura, largura e comprimento) dos tarugos comprados para a fabricação de *pallets* pela empresa (utilizados na embalagem dos próprios painéis e portas). As fitas plásticas rígidas também seriam reaproveitadas na embalagem dos painéis e portas, uma vez que passariam a ter as características necessárias para sua reutilização (tamanho, espessura e resistência).

Antes de se discorrer sobre os estudos de viabilidade econômica e ambiental, será apresentada, conforme consta no Quadro 4.2, uma planilha com dados referentes às quantidades adquiridas de tábuas de madeira para a produção de painéis e portas, “antes” e “depois” da implementação da oportunidade P+L, calculada para a produção/vendas projetadas para o ano de 2010. Para os cálculos apresentados, considerou-se que os requadros fabricados, a partir do processamento das tábuas, seriam totalmente utilizados, ou seja, foram desprezadas as perdas durante o processamento da madeira.

---

<sup>13</sup> O selo FSC é um sistema de certificação florestal dos mais reconhecidos no mundo. FSC é uma sigla que vem do inglês Forest Stewardship Council, ou em português Conselho de Manejo Florestal. É uma organização internacional independente, não governamental e sem fins lucrativos, com sede na Alemanha. Este conselho surgiu como resultado de uma iniciativa para a conservação ambiental, difundindo o uso racional da floresta, garantindo sua existência a longo prazo. A certificação florestal deve garantir que a madeira utilizada em determinado produto é oriunda de um processo produtivo manejado de forma ecologicamente adequada, economicamente viável, e no cumprimento de todas as leis vigentes (FSC, 2010).

**Quadro 4.2 – Planilha demonstrativa das quantidades adquiridas de tábuas de madeira de pinus**

**Planilha demonstrativa da quantidade comprada de tábuas de madeira de pinus**  
 Números baseados em projeção de venda de painéis e portas para o ano de 2010  
 (448.800 painéis e 79.200 portas)

**ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DA P+L**

Dimensão das tábuas anteriormente compradas (mm)	Cubagem de cada tipo de tábua utilizada (m <sup>3</sup> )	Cubagem de cada tipo de tábua para a produção de um painel (m <sup>3</sup> )	Aquisição de tábua para produção de 448.800 painéis (projeção 2010) (m <sup>3</sup> )	Cubagem de cada tipo de tábua para a produção de uma porta (m <sup>3</sup> )	Aquisição de tábua para produção de 79.200 portas (projeção 2010) (m <sup>3</sup> )
20 x 140 x 2150	0,00602	0,00301	1.350,88	Não utiliza	0,00
25,4 x 140 x 2400	0,00853	0,00142	637,29	0,00249	197,20
38,1 x 140 x 2150	0,01147	Não utiliza	0,00	0,00573	453,81
			<b>Total 1.988,17m<sup>3</sup></b>		<b>Total 651,01m<sup>3</sup></b>

Aquisição total para produção de painéis e portas, “antes” da P+L = 2.639,18m<sup>3</sup>

**DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DA P+L**

Dimensão das NOVAS tábuas compradas (mm)	Cubagem de cada tipo de tábua utilizada (m <sup>3</sup> )	Cubagem de cada tipo de tábua para a produção de um painel (m <sup>3</sup> )	Aquisição de tábua para a produção de 448.800 painéis (projeção 2010) (m <sup>3</sup> )	Cubagem de cada tipo de tábua para a produção de uma porta (m <sup>3</sup> )	Aquisição de tábua para a produção de 79.200 portas (projeção 2010) (m <sup>3</sup> )
20 x 129 x 2150	0,00554	0,00277	1.243,17	não utiliza	0,00
25,4 x 129 x 2360	0,00773	0,00129	578,95	0,00225	178,20
38,1 x 129 x 2150	0,01056	não utiliza	0,00	0,00528	418,17
			<b>Total 1.822,12m<sup>3</sup></b>		<b>Total 596,37m<sup>3</sup></b>

Aquisição total para produção de painéis e portas, “depois” da P+L = 2.418,49m<sup>3</sup>

O **Benefício real** foi a **Economia** de 220,69m<sup>3</sup> (2.639,18m<sup>3</sup> menos 2.418,49m<sup>3</sup>) de tábuas de pinus que deixariam de ser compradas no ano de 2010, devido à implementação da oportunidade de P+L.

No estudo de **Viabilidade Econômica** foi utilizado apenas o cálculo do Período de Recuperação do Capital Investido, para se demonstrar a lucratividade dessa oportunidade de P+L. Utilizou-se para o cálculo o valor do investimento feito na aquisição das quinze serras dividido pelo somatório do valor economizado na compra das tábuas de madeira e das fitas plásticas rígidas e barrotes de madeira reaproveitados, projetados para o ano de 2010. O valor das tábuas e do barrote de madeira foi obtido utilizando-se o preço de aquisição (do antigo fornecedor) do metro cúbico de madeira, no final de 2009, com frete incluído, descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS e COFINS). Para o cálculo do valor da fita plástica rígida, utilizou-se o preço de aquisição do quilograma de fita

plástica rígida, no final de 2009, também descontado os impostos recuperáveis e incluindo o frete no preço. A quantidade de barrotes e fitas rígidas economizadas foi estimada baseando-se nas quantidades que seriam geradas, como resíduo reutilizável, para o ano de 2010. Obteve-se o valor de 0,039 anos (cerca de 14 dias) para o Período de Retorno do Investimento, conforme apresentado na planilha do Quadro 4.3. No estudo de viabilidade econômica, não se considerou o montante de recursos financeiros que seria economizado devido ao menor preço de compra negociado com o novo fornecedor. Portanto, pode-se concluir que, se essa economia também fosse considerada no cálculo do Período de Retorno, a lucratividade da oportunidade de P+L seria ainda maior.

**Quadro 4.3 – Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador**

<b><u>Planilha para Análise de Viabilidade Econômica</u></b>	
Números baseados em projeção de venda de painéis e portas para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79.200 portas)	
<b>SAÍDAS (INVESTIMENTO)</b>	
<b>Especificação</b>	<b>Valor de Aquisição</b>
- três jogos de serra de madeira (quinze unidades)	R\$ 3.000,00
<b>Total</b>	R\$ 3.000,00
<b>ENTRADAS (BENEFÍCIOS ECONÔMICOS)</b>	
<b>Especificação</b>	<b>Valor do Benefício</b>
- cerca de 221,00 m <sup>3</sup> de madeira, que deixariam de ser compradas, ao preço de R\$321,40 / m <sup>3</sup> .	R\$ 71.029,40
- 18,59 m <sup>3</sup> de barrote, que seriam reutilizados, ao preço de R\$321,40 / m <sup>3</sup> .	R\$ 5.974,82
- 394,88kg de fita plástica rígida, que seriam reutilizadas, ao preço de R\$5,20 / kg	R\$ 2.053,37
- cerca de 252 t de resíduos de madeira que deixariam de ser gerados e vendidos como combustível para cerâmicas, ao preço de R\$ 9,00 / t.	(R\$ 2.268,00)
<b>Total</b>	R\$ 76.789,59
Período de Recuperação do Capital Investido (em anos) = $\frac{\text{saídas}(\text{total})}{\text{entradas}(\text{total})} = \frac{\text{R\$3.000,00}(\text{investimento})}{\text{R\$76.789,59}(\text{benefício})} = \mathbf{0,039 \text{ anos}}$	

No estudo de **Viabilidade Ambiental** foram encontrados valores bastante significativos em relação à quantidade de tábua de madeira de pinus que deixaria de ser adquirida e transportada, assim como, em relação à quantidade de resíduo (serragem,



cepilho de madeira e ponta de tábua) que deixaria de ser gerado e também transportado para descarte. Para a produção de painéis e portas, calculada para a venda projetada para o ano de 2010, estimou-se uma economia de cerca de 221 m<sup>3</sup> de tábuas (cerca de 8,50 % do consumo anterior de madeira). Para encontrar esse valor, dividiu-se a quantidade economizada de tábuas (220,69 m<sup>3</sup>), em função da nova medida, pela quantidade que era comprada anteriormente (2.639,18 m<sup>3</sup>). Considerando-se que cada caminhão (carreta com capacidade de 27 t) transporta aproximadamente 45m<sup>3</sup> de madeira, pode-se dizer que seria alcançada uma economia aproximada de cinco carretas de madeira por ano. Com relação à quantidade de resíduos que deixariam de ser gerados, após o processamento da madeira, projetou-se um valor aproximado de 50 % para a redução, correspondendo a aproximadamente, 155.000,00 kg de serragem, 45.000,00 kg de cepilho de madeira e 52.000,00 kg de ponta de tábua, totalizando cerca de 252,00 t.

Além do ganho ambiental, devido à substancial diminuição no consumo de madeira e na geração de resíduos de seu processamento, pode-se, também, destacar a economia no consumo de óleo diesel necessário para o transporte da madeira e do resíduo gerado, contribuindo, assim, com a redução da emissão de gases de efeito estufa. Outro ganho ambiental que pode ser apontado seria a preservação das áreas de mata nativa, que seriam desmatadas para o plantio de árvores de pinus, proporcionais à produção da madeira economizada, como também, o reaproveitamento das fitas plásticas rígidas e tarugos de madeira, que antes não eram reutilizados. Isso corresponde a deixar de dispor, anualmente, em aterros ou incinerar em fornos de cerâmicas, respectivamente, cerca de 360,0 kg de fita plástica rígida (material altamente recalcitrante) e 6.600,0 kg de barrotes de madeira. A reutilização desses resíduos para o mesmo fim (embalagem de painéis e portas e fabricação de pallets) caracteriza uma estratégia ambiental de P+L de nível mais elevado que, por exemplo, a opção pela reciclagem externa ou por ciclos biogênicos (incineração), evitando-se também o descarte em aterros.

Na quinta e última fase **Implementação** (com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**) destaca-se que, para garantir que a oportunidade de P+L não se perdesse, bastou a substituição das serras antigas (mais espessas), utilizadas na “multilâmina”, pelas serras novas (menos espessas). Com relação à aquisição das novas tábuas, com dimensões menores (comprimento e, principalmente, largura), para se garantir a continuidade de fornecimento com as novas medidas, bastou a celebração de um contrato de compra e venda, com o novo fornecedor de madeira, onde estavam previstas as novas dimensões. Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável por realizar

reuniões mensais com todos os envolvidos nos procedimentos descritos, a fim de verificar a correta aplicação das orientações dadas.

#### **4.1.5. – Oportunidade de redução da água gasta na painelaria**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução da água gasta na painelaria*” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L simples, pouco onerosa, de mudança tecnológica e de boas práticas operacionais, para a qual os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental foram realizados.

O estudo de **Viabilidade Técnica** dessa oportunidade de P+L limitou-se à escolha e aquisição, no mercado, de duas lavadoras de alta pressão, adequadas ao serviço de limpeza do setor. Os equipamentos deveriam ter pressão de trabalho e vazão de água suficientes para a limpeza dos equipamentos do setor, ao mesmo tempo em que o volume de água gerado, diariamente na limpeza, não poderia ultrapassar o volume de água consumido na produção de cola. Adquiriu-se a lavadora de um fornecedor que havia emprestado uma máquina para teste, a qual, após avaliação, mostrou-se satisfatória. A qualidade da limpeza dos equipamentos e utilitários do setor com o uso da lavadora foi considerada adequada, diminuindo consideravelmente o tempo de execução dessa tarefa, em função da pressão da água produzida pelo novo equipamento e, também, porque, durante a limpeza, passou a ser utilizada, quase exclusivamente, água limpa, quando comparado à água usada antes da implementação dessa oportunidade de P+L, que, na maior parte das vezes, era água tratada da ETEI parcialmente contaminada.

Foi elaborada e fornecida, aos empregados que trabalhariam com as lavadoras, uma ficha de procedimento de operação com instruções de trabalho e manutenção preventiva *Limpeza da Coladeira e Outros Equipamentos* (anexo XXVIII), além de treinamento.

O estudo de **Viabilidade Econômico** baseou-se no Tempo de Recuperação do Capital Investido “após” a implementação da opção de P+L. O cálculo considerou o valor investido na aquisição das duas lavadoras de alta pressão e dos utilitários, necessários à sua instalação e adequação, dividido pelo somatório dos valores economizados de água utilizada na limpeza do setor, e de produtos químicos, consumidos no tratamento da água servida da ETEI, projetados para o ano de 2010. O custo da água bombeada do poço tubular é de R\$ 0,74 / m<sup>3</sup>, determinado conforme planilha apresentada no anexo XXIX. No cálculo do valor dos produtos químicos utilizados no tratamento da água servida (resina catiônica, sulfato de alumínio e cal virgem) utilizaram-se os preços desses insumos,

adquiridos no final de 2009, considerando-se o frete e descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS e COFINS). Verificou-se, também, que não haveria mais necessidade de se utilizar os produtos químicos, uma vez que o tempo de residência do efluente na ETEI diminuiu consideravelmente, ou seja, conseguiu-se um maior “giro” na utilização do efluente – antes “água tratada” – para a fabricação de cola, em função do menor volume de efluente que passou a ser gerado e lançado na ETEI. O único tratamento mantido na ETEI foi a filtração inicial, no primeiro tanque da estação, utilizando-se uma manta filtro de tecido.

A planilha para a análise de viabilidade econômica dessa oportunidade de P+L está apresentada no Quadro 4.4. Analisando-se o valor encontrado para o Tempo de Retorno do Investimento, verifica-se que o desembolso com o investimento necessário à implantação da oportunidade de P+L seria recuperado em um ano, com os benefícios econômicos alcançados. Poderia também ser considerado, nesse estudo, o fato de não ser mais necessário investir cerca de R\$110.000,00 na aquisição de uma nova ETEI<sup>14</sup> e a eliminação do risco potencial de multas ambientais, em função da adequação alcançada com a implementação dessa oportunidade de P+L, ampliando, inclusive, os benefícios ambientais, com o reaproveitamento total da água servida.

O consumo de água utilizada na limpeza dos equipamentos do setor de colagem de painéis e portas, principalmente a consumida pela lavadora de alta pressão utilizada na limpeza da coladeira (Fotografia da Figura 4.3.), caiu substancialmente de cerca de 310.000,00 L para 110.000,00 L. No estudo de **Viabilidade Ambiental**, portanto, o principal elemento a ser destacado foi a economia obtida no consumo de água do poço freático, estimada em cerca de 200.000,00 L, contribuindo, dessa forma, com a preservação da água subterrânea. O menor volume de água consumida e, conseqüentemente, de efluente gerado, permitiu a retirada de dois tanques da ETEI, diminuindo a capacidade de armazenamento de 8.000 L para 3.000 L, o que possibilitou um ganho extra de espaço na área da estação de tratamento (Fotografias das Figuras 4.4. e 4.5.). Outro benefício ambiental foi a economia de aproximadamente 355,00 kg de produtos químicos (sulfato de alumínio, cal virgem e resina catiônica) que deixaram de ser consumidos e transformados em lodo, na ETEI, cuja destinação seria o aterro sanitário.

---

<sup>14</sup> Em função da constante inadequação do funcionamento da ETEI instalada, a empresa já vinha orçando a aquisição e instalação de uma nova ETEI (estação de tratamento de efluente industrial) para o setor da painelaria.

**Quadro 4.4. – Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade de redução da água gasta na painelaria**

<b><u>Planilha para Análise de Viabilidade Econômica</u></b>	
Números baseados em projeção de venda de painéis e portas para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79.200 portas)	
<b>SAÍDAS (INVESTIMENTOS)</b>	
<b>Especificação</b>	<b>Valor de aquisição</b>
- Aquisição de duas lavadoras de alta pressão.	R\$ 3.500,00
- Aquisição de utilitários para a adequação da instalação hidráulica e elétrica.	R\$ 800,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 4.300,00</b>
<b>ENTRADAS (BENEFÍCIOS ECONÔMICOS)</b>	
<b>Especificação</b>	<b>Valor do benefício</b>
- Economia de 200 m <sup>3</sup> de água, ao custo estimado de R\$ 0,74 por metro cúbico.	R\$ 148,00
- Economia de 39,60 kg de resina catiônica, 237,00 kg de cal virgem e 79,20 kg de sulfato de alumínio, “antes” utilizados para o tratamento da água servida, ao custo respectivo de R\$ 80,00 / kg, R\$ 3,00 / kg e R\$ 3,00 / kg.	R\$ 4.116,60
<b>Total</b>	<b>R\$ 4.264,60</b>
<b>OUTROS BENEFÍCIOS</b>	
- Benefício econômico indireto pela não necessidade de aquisição e instalação de uma nova ETEI ao preço de R\$ 110.000,00.	
- Benefício econômico indireto pela eliminação do risco de pagamento de multas em função da não conformidade ambiental.	
$\text{Período de Recuperação do Capital Investido (em anos)} = \frac{\text{saídas(total)}}{\text{entradas(total)}} = \frac{\text{R\$4.300,00(investimento)}}{\text{R\$4.296,00(benefício)}} = \mathbf{1,0 \text{ ano}}$	

Na quinta e última fase **Implementação**, com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**, destaca-se que, para garantir que a oportunidade não se perdesse com o tempo, o empregado responsável pelo uso da lavadora de alta pressão, situada ao lado da coladeira, passou a anotar, diariamente, o consumo de água registrado no hidrômetro instalado no setor. Esses dados seriam lançados, mensalmente, em uma planilha indicadora de consumo de água – *Índice do Consumo de Água do Poço Artesiano por Metro Quadrado Colado de Paineis/Portas (L/m<sup>2</sup>)*, conforme anexo XXX. O encarregado do setor de painelaria ficou responsável pelo acompanhamento e monitoramento desses dados e por tomar as medidas necessárias, no caso de verificar elevação no consumo de água. Com relação aos produtos químicos, antes utilizados no tratamento da água servida na ETEI, o setor de compras foi informado do cancelamento da aquisição desses insumos. Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável

por realizar reuniões mensais com todos os envolvidos no procedimento a fim de verificar o correto cumprimento das orientações dadas.



**Figura 4.3. Limpeza da coladeira com máquina de alta pressão**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 29 de junho de 2010



**Figura 4.4. Estação de Tratamento de Efluentes Industriais “antes” da implementação da oportunidade de P+L**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 29 de abril de 2009



**Figura 4.5. Estação de Tratamento de Efluentes Industriais “depois” da implementação da oportunidade de P+L**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 04 de abril de 2010

#### **4.1.6. – Oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria*” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L de mediana complexidade, baixo custo, de mudanças de procedimento, para a qual os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental foram feitos.

Com relação aos equipamentos adquiridos não foi necessário um estudo de **Viabilidade Técnica**, pois foram comprados apenas instrumentos laboratoriais para controle da qualidade das matérias-primas consumidas e da cola produzida, e alguns utilitários para melhorar a condição de trabalho dos empregados do setor. Porém, essa oportunidade de P+L foi a que exigiu maior treinamento dos empregados, com relação às boas práticas de trabalho adotadas e com relação aos testes laboratoriais das matérias-primas e da cola, que passaram a ser feitos. Foram elaboradas três fichas de controle de qualidade, conforme anexos XXXI, XXXII e XXXIII, a serem preenchidas diariamente pelo empregado responsável pela produção (mistura) da cola e pelo responsável pelo processo de colagem dos painéis e portas.

Em reuniões realizadas com os empregados, foram apresentados esclarecimentos sobre os procedimentos, os ganhos nos resultados e promovido treinamento para o correto preenchimento das planilhas. O empregado responsável pela produção da cola ficou

encarregado da coleta diária das informações sobre o número de batidas de cola produzida, a quantidade de resina, água, farinha de trigo e catalisador consumidos por batida, a temperatura ambiente ao longo do dia e os valores de “*gel time*” e viscosidade da cola produzida. Para auxiliar o trabalho desse empregado foi elaborado o documento “*Procedimento de Operação para Produção de Cola e Colagem dos Painéis e Portas*” (Cópia apresentada no anexo XXXIV), detalhando as etapas e os procedimentos a serem adotados durante a fabricação da cola, e onde consta uma tabela informando a quantidade “ideal” de catalisador a ser colocada na mistura de cola em função da temperatura ambiente no momento de sua preparação<sup>15</sup>. O empregado recebeu treinamento e as devidas explicações à cerca do referido documento.

O empregado responsável pelos procedimentos para a colagem de painéis e portas ficou encarregado de coletar, diariamente, as informações da gramatura de colagem da chapa (gramas de cola por metro quadrado de chapa colada), do pH do efluente a ser reutilizado na produção de cola, do consumo de água no hidrômetro, da umidade do pinus e chapa utilizados e da produção diária de portas e painéis.

Para o estudo de **Viabilidade Econômica** foi utilizado apenas o resultado do cálculo do Período de Recuperação do Capital Investido, demonstrando-se a lucratividade dessa oportunidade de P+L. Utilizou-se para o cálculo o valor investido na aquisição de instrumentos laboratoriais – termômetros, Copo Ford “número oito”<sup>16</sup>, amostrador de farinha, balança eletrônica, vasilhas graduadas e de utensílios e equipamentos para a cozinha de cola, como vasilhas, batedeira de menor tamanho, colher de metal, bomba de cola – dividido pelo valor quantitativo do lodo que deixou de ser gerado somado ao valor estimado do descarte adequado desse lodo, projetados para o ano de 2010. Considerou-se, para este cálculo, que o valor de um quilograma de lodo equivaleria a um quilograma de cola produzida. Baseando-se nas contribuições percentuais de cada uma das matérias-primas constituintes da cola e no valor de aquisição desses materiais, descontando-se os impostos recuperáveis e incluindo-se o frete, encontrou-se o valor de R\$1,00/kg de cola produzida (ou de lodo gerado).

O lodo da ETEI, resultante da limpeza da estação de tratamento, é armazenado na empresa e, periodicamente, despachado para disposição em aterro sanitário, por se tratar de

---

<sup>15</sup> Os dois fatores que mais influenciam o tempo de secagem da cola no sistema (*gel time*) são a quantidade de catalisador utilizada na cola (utilizado para acelerar a secagem da cola) e a temperatura ambiente (quanto mais quente mais rápida a secagem da cola e vice-versa) do local de preparação da mesma e de colagem.

<sup>16</sup> O Copo Ford nº8 é um instrumento laboratorial utilizado para a medição da viscosidade de substâncias fluidas.

resíduo industrial Classe II A<sup>17</sup> (não perigoso e não inerte), conforme classificação da norma ABNT NBR 10004/2004, elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Normas Técnicas. O valor pago para o transporte e a disposição adequada do lodo aproxima-se de R\$200,00 / t. Foi, então, encontrado o valor de 0,208 anos, ou seja, 76 dias, para o Período de Retorno do Investimento, conforme planilha apresentada no Quadro 4.5.

No estudo de **Viabilidade Ambiental** foi previsto que a redução esperada na geração de resíduo de cola seria de, aproximadamente, 12.000,00 kg / ano. Ao deixar de gerar resíduos industriais, deixa-se também de ter obrigação de gerir, transportar e destinar adequadamente esses materiais. Portanto, pode-se considerar a diminuição do risco com o manuseio e o gerenciamento do lodo e a não necessidade de descarte em aterros sanitários, um significativo benefício ambiental alcançado no estudo de viabilidade ambiental dessa oportunidade de P+L.

**Quadro 4.5 – Planilha de análise de viabilidade econômica da oportunidade da redução do lodo da ETEI da painelaria**

<b><u>Planilha para análise de viabilidade econômica</u></b>	
Números baseados em projeção de venda de painéis e portas para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79.200 portas)	
<b>SAÍDAS (INVESTIMENTOS)</b>	
<b>Especificação</b>	<b>Valor de aquisição</b>
- instrumentos laboratoriais	R\$ 2.200,00
- utilitários para o setor	R\$ 800,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 3.000,00</b>
<b>ENTRADAS (BENEFÍCIOS ECONÔMICOS)</b>	
<b>Especificação</b>	<b>Valor do benefício</b>
- 12.000,00 kg de lodo, que deixariam de virar resíduos, ao preço de R\$1,00 / kg da mistura de cola.	R\$ 12.000,00
- 12.000,00 kg de lodo, que deixariam de ser descartados adequadamente, ao preço de R\$0,20 / kg.	R\$ 2.400,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 14.400,00</b>
Período de Recuperação do Capital Investido (em anos) = $\frac{\text{saídas}(\text{total})}{\text{entradas}(\text{total})} = \frac{\text{R}\$3.000,00(\text{investimento})}{\text{R}\$14.400,00(\text{benefício})} = \mathbf{0,208 \text{ anos}}$	

<sup>17</sup> Esta classificação está descrita no Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA), que consta do Processo de Revalidação do Licenciamento Operacional da empresa no ano de 2010.



Na quinta e última fase **Implementação**, com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**, destaca-se que, para garantir que a oportunidade de P+L implementada não se perdesse com o tempo, periodicamente, todo lodo retirado na limpeza da ETEI passou a ser pesado, lançando-se o valor em uma planilha indicadora de geração de lodo por painel e porta produzidos – *Índice da Quantidade Gerada de Lodo na ETEI por Metro Quadrado Colado de Painéis e Portas (g/m<sup>2</sup>)*, conforme anexo XXXV. O encarregado do setor ficou responsável pelo acompanhamento e monitoramento desses indicadores e pelo preenchimento da planilha, tomando as medidas necessárias quando verificar uma elevação exagerada na geração de lodo na ETEI. Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável por realizar reuniões mensais com todos os envolvidos no procedimento, a fim de verificar a correta observação das orientações dadas.

#### 4.1.7 – Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado” mostrou que se trata de uma oportunidade de P+L simples, sem custo de implementação e de mudança de matéria-prima, para a qual o estudo de viabilidade técnico foi feito. Nesse caso, os estudos de viabilidade econômica e ambiental não foram necessários.

O único aspecto técnico verificado no estudo de **Viabilidade Técnica** foi se a diminuição no comprimento da barra de aço (de 6,00m para 5,85m) poderia comprometer, de alguma forma, o processo de corte na “serra de fita”, o que, após avaliação, não se mostrou contraproducente. Essa medida proporcionaria uma redução anual de, aproximadamente, 2,5% na quantidade comprada de tubo de aço para a produção de longarinas, e de 75,0% na quantidade gerada de resíduo (pontas de tubo). O aumento da lucratividade e o benefício ambiental, com a diminuição da quantidade adquirida de tubo de aço e da geração de resíduo (de 0,20m para 0,05m por barra), são óbvios, não demandando, portanto, estudos de **Viabilidade Econômico e Ambiental**, porém serão descritos no próximo Capítulo – Capítulo 5 – os benefícios econômicos e ambientais obtidos “depois” da implementação dessa oportunidade na empresa.

Na quinta e última fase **Implementação**, com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**, destaca-se que, para garantir que a oportunidade não se perdesse com o tempo, o setor de recepção de mercadorias foi formalmente orientado a conferir o comprimento dos tubos, quando os recebesse na empresa (informando, no caso de qualquer divergência, ao departamento de compras, para que fossem tomadas as devidas providências). Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável por realizar

reuniões mensais com todos os envolvidos nos procedimentos citados, a fim de verificar o correto cumprimento das orientações dadas.

#### **4.1.8. – Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução da chapara de aço no piso elevado*” mostrou que se trata de uma oportunidade simples, de mudança tecnológica e de matéria-prima, com custo mediano de implementação, para a qual os estudos de viabilidade técnica e econômica foram feitos. Considerou-se que o estudo de viabilidade ambiental não seria, nesse caso, necessário.

No estudo de **Viabilidade Técnica** foi verificado se a chapa, fornecida na forma de tira de aço em bobina, poderia ser processada (estampada) nas matrizes acopladas à prensa Jundiá, existentes na fábrica, sem maiores obstáculos. Após reuniões e testes feitos com a participação do encarregado do piso elevado, da metalurgia, e do operador da prensa, verificou-se que as matrizes e a prensa Jundiá eram compatíveis com a realização da estampagem das chapas fornecidas na forma de tira de aço em bobina. Porém, como já dito anteriormente, para se utilizar as chapas de aço nesse formato seria necessário investir na aquisição de um desbobinador motorizado de chapas (Fotografia da Figura 4.6.). Foi, então, solicitado ao departamento de compras que pesquisasse no mercado possíveis fornecedores desse tipo de equipamento. O investimento total no equipamento proposto, compatível com as necessidades produtivas identificadas, foi orçado em R\$ 14.500,00, considerando-se todas as despesas relativas à sua instalação (preço do equipamento, frete, infra-estrutura, instalação, montagem etc).

A partir daí, realizou-se o estudo de **Viabilidade Econômica** dessa oportunidade de P+L, analisando-se o Período de Recuperação do Capital e utilizando-se os métodos de análise econômica do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Para obter os valores com bases nas duas últimas metodologias de análise econômica, anteriormente citadas, deve-se apresentar o investimento total em termos de seu impacto líquido sobre os ingressos e desembolsos de caixa da empresa, resultantes do “fluxo de caixa incremental”, o qual é gerado a partir da diferença entre o fluxo de caixa das condições operacionais “atuais” de trabalho e o fluxo de caixa resultante das condições operacionais “esperadas”.

Elaborou-se, então, uma planilha, em *Windows Excel* para ser aplicada no estudo de Viabilidade Econômica referente ao investimento na aquisição do “Desbobinador Motorizado”, conforme demonstrado no Quadro 4.7, abaixo, a partir da qual se obteve os valores do Período de Recuperação do Capital, do VPL e da TIR. As variáveis consideradas nos cálculos estão compiladas na planilha do Quadro 4.6, também abaixo.

A planilha de Estudo de Viabilidade Econômica, constante no Quadro 4.7, com seus fluxos de caixa e resultados obtidos, foi apresentada à Direção da empresa para apreciação e análise da viabilidade do investimento proposto. Conforme pode ser observado, o Período de Retorno de Capital, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) foram calculados, respectivamente, em 1,17 anos, R\$ 40.825,41 e 87,0 % ao ano, demonstrando ter, o investimento proposto, uma excelente viabilidade econômica. Como não poderia ser diferente, a Direção da Mod Line Soluções Corporativas Ltda aprovou o investimento proposto e a compra do equipamento.

**Quadro 4.6. – Planilha das variáveis utilizadas no estudo de viabilidade econômica do equipamento “Desbobinador Motorizado”**

<b>Parâmetro</b>	<b>Especificação e Valores</b>
Início da vida útil do equipamento	Quando o equipamento entrar em operação
Vida útil do equipamento	10 anos
Preço do equipamento	R\$ 11.000,00
ICMS	A empresa considerada não destaca ICMS em nota fiscal
Frete, infra-estrutura, instalação, montagem	R\$ 3.500,00
Receita com crédito de ICMS recuperado do valor de aquisição do equipamento dosador.	Não recupera
Venda/produção anual (projetada pelo departamento comercial para o ano de 2010)	87.120 conjuntos (87.120 cruzetas e 87.120 bases de cruzetas)
Depreciação do investimento	10 % ao ano
Taxa de juros (atratividade), determinada pela Diretoria da empresa	20 %
IRPJ	25 %
Contribuição Social Sobre o Lucro Real	9 %
Economia “esperada” de chapa de aço desperdiçada, por conjunto fabricado	0,076 kg / conjunto (representando uma economia “esperada” de 80 % no desperdício de chapa de aço “atual”)
Quantidade “atual” levantada de chapa de aço consumida (descontando-se o peso do pallet da embalagem da chapa), por conjunto (cruzeta e base de cruzeta) de piso elevado fabricado.	0,45 kg / conjunto
Quantidade “esperada” de chapa de aço consumida (descontando-se o peso do pallet da embalagem), por conjunto (cruzeta e base de cruzeta) de piso elevado fabricado.	0,38 kg / conjunto
Desperdício estimado “atual” de chapa de aço, por conjunto fabricado (cruzeta e base de cruzeta).	0,095 kg / conjunto
Custo de matéria-prima (custo operacional)	Apenas o valor da chapa de aço consumida na fabricação das cruzetas e bases da cruzeta, tanto “antes” quanto “depois” do investimento, acrescidos de juros de 2,0% ao ano
Preço do quilograma da chapa de aço (valor praticado no final de 2009), descontando-se os impostos recuperáveis (PIS, COFINS, ICMS) e incluindo-se o frete.	R\$ 2,11 / kg
Custo de mão-de-obra (custo operacional)	Apenas a diferença “esperada” economizada no pagamento de meio salário (empregado classificado como ajudante geral), anualmente, em relação ao custo “atual”, acrescidos de juros de 2,00 % ao ano.
Custo de manutenção do equipamento (custo operacional)	20 % do valor total do investimento, dividido pela vida útil do equipamento, representando a diferença do custo adicional de manutenção “esperado” em relação ao custo “atual”.
Receita anual “atual” com a venda de resíduo, acrescida de juros de 1 % ao ano.	R\$ 1.660,00
Receita anual “esperada” (20 % do valor “atual”), acrescida de juros de 1 % ao ano.	R\$ 332,00

**Quadro 4.7. – Planilhas para estudo de viabilidade econômica do “Desbobinador Motorizado”**

FLUXO DE CAIXA INICIAL											
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Equipamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Infra-estrutura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Receitas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda de sucata	x	1.660,00	1.676,60	1.693,37	1.710,30	1.727,40	1.744,68	1.762,12	1.779,74	1.797,54	1.815,52
Venda de produto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Custos Operacionais	x	(87.426,56)	(89.191,69)	(90.992,29)	(92.829,07)	(94.702,75)	(96.614,08)	(98.563,81)	(100.552,71)	(102.581,56)	(104.651,17)
Matéria-prima	x	(82.720,44)	(84.374,85)	(86.062,35)	(87.783,59)	(89.539,26)	(91.330,05)	(93.156,65)	(95.019,78)	(96.920,18)	(98.858,58)
Energia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Disposição resíduos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mão-de-obra	x	(6.366,12)	(6.493,44)	(6.623,31)	(6.755,78)	(6.890,89)	(7.028,71)	(7.169,29)	(7.312,67)	(7.458,92)	(7.608,10)
Manutenção	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fluxo de Caixa Líquido	x	(87.426,56)	(89.191,69)	(90.992,29)	(92.829,07)	(94.702,75)	(96.614,08)	(98.563,81)	(100.552,71)	(102.581,56)	(104.651,17)

FLUXO DE CAIXA ESPERADO											
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos	(14.500,00)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Equipamentos	(11.000,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infra-estrutura	(3.500,00)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Receitas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Crédito ICMS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda de sucata	x	332,00	335,32	338,67	342,06	345,48	348,94	352,42	355,95	359,51	363,10
Custos Operacionais	x	(69.810,82)	(71.204,55)	(72.626,20)	(74.076,31)	(75.555,45)	(77.064,22)	(78.603,19)	(80.172,98)	(81.774,20)	(83.407,48)
Matéria-prima	x	(69.852,82)	(71.249,87)	(72.674,87)	(74.128,37)	(75.610,93)	(77.123,15)	(78.665,62)	(80.238,93)	(81.843,71)	(83.480,58)
Energia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Disposição resíduos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mão-de-obra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manutenção	x	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)	(290,00)
Fluxo de Caixa Líquido	(14.500,00)	(69.810,82)	(71.204,55)	(72.626,20)	(74.076,31)	(75.555,45)	(77.064,22)	(78.603,19)	(80.172,98)	(81.774,20)	(83.407,48)

7.260 conjuntos de cruzeta e base de cruzeta por mês  
 87.120 conjuntos de cruzeta e base de cruzeta por ano  
 39.204 quilogramas total de chapa de aço gasta por ano (inicial)  
 33.105,60 quilogramas total de chapa de aço gasta por ano (esperado)  
 82.720,44 custo de chapa de aço gasta por ano (inicial)  
 69.852,82 custo de chapa de aço gasta por ano (esperado)  
 530,51 custo da mão-de-obra de um ajudante geral (metade do salário mensal)

IRPJ + Contribuição Social= 25% + 9% sobre o lucro  
 Taxa de atratividade = 20%  
 Quantidade anual de cruzetas 87.120  
 Quantidade anual de bases de cruzetas 87.120  
 Crédito de ICMS= (nota não possui ICMS destacado)  
 Preço do equipamento= 11.000,00 (empresa isenta de ICMS)

FLUXO DE CAIXA INCREMENTAL (TX. DEPREC. 10% ao ano)											
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa P+L	(14.500,00)	(69.810,82)	(71.204,55)	(72.626,20)	(74.076,31)	(75.555,45)	(77.064,22)	(78.603,19)	(80.172,98)	(81.774,20)	(83.407,48)
Fluxo de caixa Inicial	-	(87.426,56)	(89.191,69)	(90.992,29)	(92.829,07)	(94.702,75)	(96.614,08)	(98.563,81)	(100.552,71)	(102.581,56)	(104.651,17)
Diferença	(14.500,00)	17.615,74	17.987,14	18.366,09	18.752,76	19.147,30	19.549,87	19.960,62	20.379,73	20.807,36	21.243,69
Depreciação(-)	-	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00
Lucro tributável	-	15.315,74	15.687,14	16.066,09	16.452,76	16.847,30	17.249,87	17.660,62	18.079,73	18.507,36	18.943,69
IRPJ (-)	-	5.207,35	5.333,63	5.462,47	5.593,94	5.728,08	5.864,95	6.004,61	6.147,11	6.292,50	6.440,85
Lucro líquido	-	10.108,39	10.353,51	10.603,62	10.858,82	11.119,22	11.384,91	11.656,01	11.932,62	12.214,86	12.502,84
Depreciação(+)	-	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00
Fluxo de caixa incremental	(14.500,00)	12.408,39	12.653,51	12.903,62	13.158,82	13.419,22	13.684,91	13.956,01	14.232,62	14.514,86	14.802,84

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 1,17

VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = 40.825,41

TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 87%

O benefício ambiental com a diminuição na quantidade adquirida de chapa de aço e a conseqüente diminuição na geração de resíduo, de cerca de 8.200,00 kg / ano para 1.600,00 kg / ano, são óbvios, não demandando, portanto, o estudo de **Viabilidade Ambiental**.



**Figura 4.6. Detalhe de um desbobinador motorizado de chapa de aço (imagem do lado oposto ao motor)**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 04 de abril de 2010

#### **4.1.9. – Oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado**

O estudo de **Viabilidade Preliminar** da “*oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado*” mostrou que se trata de uma oportunidade complexa, de mudança tecnológica, com custo razoável de implementação, para a qual foram desenvolvidos os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Dentre todas as outras oportunidades de P+L estudadas, nesta o desenvolvimento do estudo de **Viabilidade Técnica** foi o mais desafiador, por não existir no Brasil nenhum fabricante disponível para a tipologia de equipamento que foi proposta com o objetivo de reduzir o desperdício da massa de cimento, e nem mesmo havia, no mercado, equipamento similar. Tratou-se, como já dito, de uma oportunidade de P+L de mudança tecnológica, baseada na instalação de um equipamento semi-automatizado, que ocasionaria mudanças no processo e nas condições de produção.

Esse equipamento teria a função de injetar massa mista de cimento dentro das placas de piso elevado, na quantidade (volume) certa, sem que o material escorresse pelos furos dois furos (de enchimento e de suspiro) existentes em cada placa.

O equipamento adquirido seria um dispositivo de dosagem, constituído por um tanque/funil com agitação contínua, para armazenamento temporário de massa mista de cimento, previamente misturada, adaptado sobre uma bomba positiva com moto-reductor, desenvolvida especificamente para bombeamento de materiais abrasivos, tipo argamassa, a qual bombeia a massa de cimento através de mangueiras até um bico injetor automático dotado de gatilho de acionamento (Fotografia da Figura 4.7.). O controle da dosagem da massa é feita em um painel de comando eletrônico, acoplado ao equipamento, que possui regulagens de rotação e de tempo de funcionamento/desligamento do motor (moto-reductor), bem como, de tempo de funcionamento/desligamento do bico injetor automático.

Também foi previsto, no estudo técnico, que seria feita uma reforma das instalações do setor, visando melhorar o nivelamento e o acabamento do piso, e reformar os suportes onde as placas ficam apoiadas durante o enchimento, entre outras benfeitorias, com o objetivo de atingir melhor desempenho/rendimento do novo equipamento e da operação. Nesse caso, também foi elaborado um documento de procedimento de operação para o enchimento de placas de piso elevado com massa de cimento (Conforme o anexo XXXVI), para padronizar os procedimentos de utilização do equipamento e as práticas operacionais de enchimento das placas. O investimento total com o equipamento dosador foi de R\$ 23.000,00, que incluiu todas as despesas relativas à sua instalação, ou seja, custo do equipamento propriamente dito, frete, infra-estrutura, instalação, montagem etc.

O estudo de **Viabilidade Econômica** desta oportunidade de P+L, foi baseado no valor do investimento total igual a R\$ 23.000,00, utilizando-se o Período de Recuperação do Capital e os métodos de análise econômicos do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Foi elaborada uma planilha, em *Windows Excel*, para ser aplicada no Estudo de Viabilidade Econômica da implementação do equipamento “dosador de massa mista de cimento”. Para a elaboração dessa planilha, demonstrada no Quadro 4.9., onde estão registrados os valores calculados para o Período de Recuperação do Capital, o VPL e a TIR, utilizou-se as variáveis que estão compiladas na planilha do Quadro 4.8..

A planilha de Estudo de Viabilidade Econômica, constante no Quadro 4.9 foi apresentada à Direção da empresa para apreciação e análise da viabilidade do investimento proposto. Conforme pode ser observado, para o Período de Retorno de Capital, o Valor Presente Líquido (VPL) e para a Taxa Interna de Retorno (TIR) foram obtidos, respectivamente, os valores de 1,62anos, R\$ 38.450,99 e 63,0 % ao ano, demonstrando possuir o investimento proposto uma excelente viabilidade econômica. Como descrito

anteriormente, a Direção da Mod Line Soluções Corporativas Ltda aprovou o investimento, assim que o fabricante do equipamento comunicou, formalmente, que a empresa não teria o compromisso de adquirir o equipamento, caso ele não atendesse às exigências técnicas de funcionamento pretendidas.

**Quadro 4.8. – Planilha das variáveis utilizadas no estudo de viabilidade econômica do equipamento “Dosador de Mistura de Cimento”**

<b>Parâmetro</b>	<b>Especificação e Valores</b>
Início da vida útil do equipamento	Quando o equipamento entrar em operação
Vida útil do equipamento	10 anos
Preço do equipamento	R\$ 19.900,00
ICMS	8,8 %
Frete, infra-estrutura, instalação, montagem.	R\$ 1.348,80
Receita com crédito de ICMS recuperado do valor de aquisição do equipamento dosador.	Dividida nos primeiros quatro anos do investimento
Venda/produção anual (projetada pelo departamento comercial, para o ano de 2010).	72.000 placas de piso elevado
Depreciação do investimento.	10 %
Taxa de juros (atratividade), determinada pela Diretoria da empresa.	20 %
IRPJ	25 %
Contribuição Social Sobre o Lucro Real	9 %
Quantidade “atual” estimada de massa mista de cimento consumida (descontando-se a massa dos sacos de cimento, cimentante e água desperdiçada), por placa cheia produzida.	9,55 kg / placa
Quantidade “esperada” de massa mista de cimento consumida (descontando-se a massa dos sacos de cimento e cimentante, e da água desperdiçada), por placa cheia produzida.	8,99 kg / placa
Desperdício estimado “atual” de massa de cimento, por placa cheia fabricada.	0,80 kg / placa
Economia “esperada” de massa mista de cimento desperdiçada, por conjunto fabricado.	0,56 kg / placa, representando uma economia “esperada” de 70 % do desperdício de massa de cimento “atual”.
Custo de matéria-prima.	Apenas o valor da massa mista de cimento consumida no enchimento das placas de piso elevado, tanto “antes” como “depois” do investimento, acrescido de juros.2,0 % ao ano
Preço do quilograma da massa mista de cimento (valor praticado no final de 2009), descontando-se os impostos recuperáveis (PIS, COFINS e ICMS) e incluindo-se o valor do frete das matérias-primas constituintes da mistura.	R\$ 0,14 / kg
Custo de mão-de-obra (custo operacional)	Apenas a diferença “esperada” economizada no pagamento de um salário (empregado classificado como ajudante geral), anualmente, em relação ao custo “atual”, acrescido de juros de 2,0 % ao ano.
Custo de manutenção do equipamento (custo operacional)	20 % do valor total do investimento dividido pela vida útil do equipamento, representando a diferença do custo adicional de manutenção “esperado” em relação ao custo “atual”.
Custo anual “atual” de disposição do resíduo	R\$ 2.143,33, acrescido de juros de 1% ao ano.
Custo anual “esperado” de disposição do resíduo	30 % do valor do custo anual “atual”, acrescido de juros de 1 % ao ano.



### Quadro 4.9. – Planilhas para estudo de viabilidade econômica do equipamento “Dosador de Mistura de Cimento”

FLUXO DE CAIXA INICIAL											
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Equipamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Intra-estrutura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Receitas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda de sucata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda de produto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Custos Operacionais	x	(111.139,69)	(113.341,05)	(115.586,22)	(117.876,08)	(120.211,52)	(122.593,45)	(125.022,79)	(127.500,50)	(130.027,53)	(132.604,87)
Matéria-prima	x	(96.264,00)	(98.189,28)	(100.153,07)	(102.156,13)	(104.199,25)	(106.283,23)	(108.408,90)	(110.577,08)	(112.788,62)	(115.044,39)
Energia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Disposição resíduos	x	(2.143,33)	(2.164,76)	(2.186,41)	(2.208,28)	(2.230,36)	(2.252,66)	(2.275,19)	(2.297,94)	(2.320,92)	(2.344,13)
Mão-de-obra	x	(12.732,36)	(12.987,01)	(13.246,75)	(13.511,68)	(13.781,92)	(14.057,55)	(14.338,71)	(14.625,48)	(14.917,99)	(15.216,35)
Manutenção	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fluxo de Caixa Líquido	x	(111.139,69)	(113.341,05)	(115.586,22)	(117.876,08)	(120.211,52)	(122.593,45)	(125.022,79)	(127.500,50)	(130.027,53)	(132.604,87)

FLUXO DE CAIXA ESPERADO											
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimentos	(23.000,00)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Equipamentos	(21.651,20)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intra-estrutura	(1.348,80)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Receitas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Crédito ICMS	437,80	437,80	437,80	437,80	x	x	x	x	x	x	x
Venda de produto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Custos Operacionais	x	(91.722,20)	(93.541,01)	(95.396,14)	(97.288,30)	(99.218,24)	(101.186,72)	(103.194,49)	(105.242,36)	(107.331,11)	(109.461,57)
Matéria-prima	x	(90.619,20)	(92.431,58)	(94.280,22)	(96.165,82)	(98.089,14)	(100.050,92)	(102.051,94)	(104.092,98)	(106.174,84)	(108.298,33)
Energia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Disposição resíduos	x	(643,00)	(649,43)	(655,92)	(662,48)	(669,11)	(675,80)	(682,56)	(689,38)	(696,28)	(703,24)
Mão-de-obra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manutenção	x	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)	(460,00)
Fluxo de Caixa Líquido	(22.562,20)	(91.284,40)	(93.103,21)	(94.958,34)	(97.288,30)	(99.218,24)	(101.186,72)	(103.194,49)	(105.242,36)	(107.331,11)	(109.461,57)

6.000 unidades de piso elevado/mês  
 72.000 unidades de piso elevado/ano  
 647.260,00 quilogramas de massa de cimento gasta por ano (inicial)  
 647.260,00 quilogramas de massa de cimento gasta por ano (esperado)  
 96.264,00 custo da massa de cimento gasta por ano (inicial)  
 90.619,20 custo da massa de cimento gasta por ano (esperado)  
 1.061,03 custo mensal da mão-de-obra de um funcionário (Aj. Geral)

IRPJ + Contribuição Social= 25% + 9% sobre o lucro  
 Taxa de atratividade = 20%  
 metros quadrados vendidos (média mensal) = 2.220,00  
 metros quadrados vendidos (média anual) = 26.640,00  
 Área média do piso elevado = 0,37  
 Crédito de ICMS= doze quarenta e oito avos ao ano  
 Preço do equipamento= 19.900,00 + 8,8% ICMS

FLUXO DE CAIXA INCREMENTAL (TX. DEPREC. 10% ao ano)											
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa P+L	(22.562,20)	(91.284,40)	(93.103,21)	(94.958,34)	(97.288,30)	(99.218,24)	(101.186,72)	(103.194,49)	(105.242,36)	(107.331,11)	(109.461,57)
Fluxo de caixa Inicial	-	(111.139,69)	(113.341,05)	(115.586,22)	(117.876,08)	(120.211,52)	(122.593,45)	(125.022,79)	(127.500,50)	(130.027,53)	(132.604,87)
Diferença	(22.562,20)	19.855,29	20.237,84	20.627,88	20.587,78	20.993,28	21.406,73	21.828,30	22.258,14	22.696,42	23.143,30
Depreciação(-)	-	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00
Lucro tributável	-	17.555,29	17.937,84	18.327,88	18.287,78	18.693,28	19.106,73	19.528,30	19.958,14	20.396,42	20.843,30
IRPJ/S.(-)	-	5.968,80	6.098,86	6.231,48	6.217,85	6.355,72	6.496,29	6.639,62	6.785,77	6.934,78	7.086,72
Lucro líquido	-	11.586,49	11.838,97	12.096,40	12.069,94	12.337,56	12.610,44	12.888,68	13.172,37	13.461,63	13.756,58
Depreciação(+)	-	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00
Fluxo de caixa incremental	(22.562,20)	13.886,49	14.138,97	14.396,40	14.369,94	14.637,56	14.910,44	15.188,68	15.472,37	15.761,63	16.056,58

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 1,62  
 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = 38.450,99  
 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 63%

No estudo de **Viabilidade Ambiental** foi demonstrado que a redução esperada na geração de resíduo de massa mista de cimento seria de 40.320,00 kg / ano e, conseqüentemente, sendo desnecessário descartar essa quantidade de resíduo em aterros sanitários, representando um excelente benefício ambiental alcançado neste estudo.

Na quinta e última fase **Implementação**, com relação ao item “monitorar” do passo **Monitorar e Avaliar**, destaca-se que, para garantir que a oportunidade de P+L implementada não se perdesse com o tempo, decidiu-se que, periodicamente, quando na limpeza da ETEI, o resíduo retirado seria pesado, lançando-se o valor em uma planilha indicadora de geração de resíduo de massa de cimento por placa produzida, como foi proposto para o lodo da ETEI da painelaria. O encarregado do setor ficou responsável pelo acompanhamento e preenchimento da planilha, tomando as medidas necessárias em caso de verificar uma elevação exagerada na geração de resíduo (massa de cimento) na ETEI. Um empregado (técnico em meio ambiente) ficou responsável por realizar reuniões mensais com todos os envolvidos nessa operação, a fim de verificar o correto cumprimento das orientações dadas.



**Figura 4.7. Equipamento dosador de cimento em funcionamento**

Fonte: Acervo pessoal, imagem obtida em 15 de julho de 2010

#### **4.2 – Sustentar as Atividades de P+L (vigésimo passo da fase Implementação)**

A Direção da Mod Line Ltda, em função dos bons resultados ambientais e econômicos alcançados durante o desenvolvimento deste trabalho de dissertação, que estão compilados no próximo Capítulo – Capítulo 5 –, por setor (painelaria e piso elevado),

resolveu contratar uma consultoria específica para o desenvolvimento de um programa contínuo de P+L na empresa, a fim de melhorar a eficiência de seus processos produtivos e os aspectos ambientais associados. Contratou, também, um empregado (técnico em meio ambiente) para auxiliar os trabalhos de consultoria durante a implementação de novas oportunidades de P+L selecionadas, criar e organizar os documentos necessários ao longo do desenvolvimento do programa, promover treinamentos e palestras sobre o tema e monitorar as opções já implementadas, cobrando resultados dos responsáveis sempre que for evidenciada a ocorrência de desvios nas metas estabelecidas.

## CAPÍTULO 5

### COMPARAÇÃO ENTRE O “ANTES” E O “DEPOIS” DA IMPLEMENTAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE P+L

---

Inicialmente, neste Capítulo, foi apresentada uma análise comparativa da situação de cada uma das sete primeiras oportunidades de P+L identificadas no processo produtivo da empresa Mod Line, “antes” e “depois” da implantação do programa de P+L, realizada com base no balanço de materiais, no formato de fluxogramas quantitativos. Nesses fluxogramas, foram considerados apenas os procedimentos e as quantidades de matérias-primas e água consumidas e de resíduos e efluentes industriais gerados, que tinham relação direta com a oportunidade de P+L descrita, não sendo informados seus custos associados. Nas oportunidades de P+L implementadas no setor da painelaria e do piso elevado, os quantitativos apontados correlacionaram-se, respectivamente, com a venda de painéis e portas e de piso elevado (modelo 600x600x30) para todo o ano de 2010, projetada pelo departamento comercial da empresa. Para cada uma das sete oportunidades de P+L implementadas foi apresentada uma planilha, com o objetivo de auxiliar na avaliação dos benefícios econômicos e ambientais alcançados. Os custos, associados às matérias-primas e água consumidas e aos resíduos e efluentes gerados, foram informados e discutidos durante a avaliação das vantagens econômicas alcançadas.

Não foi possível informar os resultados reais obtidos “depois” da implementação da P+L com as duas últimas oportunidades estudadas – **Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado** e **Oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado** –, em função dos prazos estabelecidos para a conclusão deste trabalho de dissertação. Portanto, não foi feita a comparação entre o “antes” e o “depois” no caso dessas duas oportunidades.

Na sequência deste Capítulo, foram apresentadas duas planilhas com dados globais, uma para o setor da painelaria e a outra para o setor do piso elevado, para auxiliar na análise dos benefícios econômicos e ambientais obtidos por setor. A primeira foi elaborada a partir do somatório dos valores dos benefícios obtidos com a implementação das seis oportunidades de P+L implementadas no setor da painelaria, comparado ao somatório dos quantitativos encontrados “antes” da implementação dessas oportunidades. Comparando-

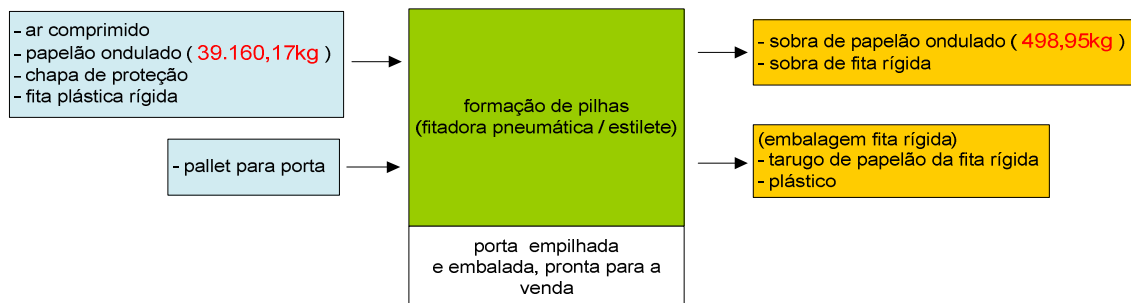
se, também, aos valores encontrados “antes” das três oportunidades de P+L implementadas no setor do piso elevado, a segunda planilha foi descrita a partir do somatório dos benefícios obtidos nessas três oportunidades, considerando-se, como sendo esses benefícios, os valores encontrados “depois” da implementação da **oportunidade de redução do consumo de tubo de aço no piso elevado** e os valores “esperados”, calculados nos estudos de viabilidade econômica descritos no Capítulo 4, das oportunidades de **redução da chapa de aço no piso elevado** e de **redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado**.

Optou-se por apresentar os resultados, separadamente, para cada oportunidade de P+L, demonstrando-se os fluxogramas quantitativos dos balanços de massa correspondentes à situação encontrada, “antes da implementação das opções de P+L”, e os correspondentes à situação, “após a implantação de medidas de P+L, seguidos de uma análise dos ganhos econômicos e ambientais atingidos.

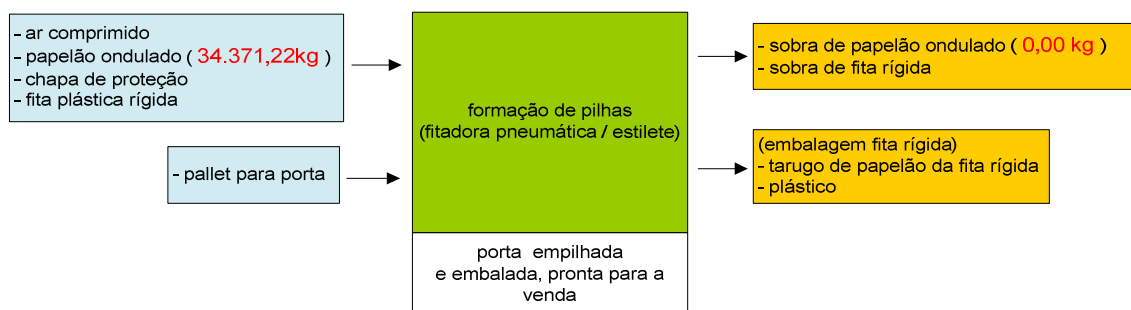
Ao final deste Capítulo foi apresentado um quadro síntese, onde se compilou os benefícios obtidos e alguns aspectos envolvidos nas nove oportunidades de P+L estudadas neste trabalho.

### **5.1. – Oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado**

Em relação à “*oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado*”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.1.) e “depois” (Figura 5.2.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos dois fluxogramas foram quantificados os valores apenas dos elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79.200 portas).



**Figura 5.1. Balanço de material da oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado – antes de P+L**



**Figura 5.2 Balanço de material da oportunidade de redução do tamanho do papelão ondulado – depois de P+L**

Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos para a produção de painéis e portas, com a implantação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.1.

**Quadro 5.1 – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade da redução do tamanho do papelão ondulado**

Especificação do material	Quantidade consumida (kg)	Especificação do resíduo	Quantidade gerada (kg)	
Papelão ondulado reciclado	39.160,17	Sobra de papelão	498,95	<b>ANTES DA P+L</b>
Papelão ondulado reciclado	34.371,22	Sobra de papelão	0,00	<b>DEPOIS DA P+L</b>
Papelão ondulado Reciclado	4.788,95	Sobra de papelão	498,95	<b>BENEFÍCIO OBTIDO</b>

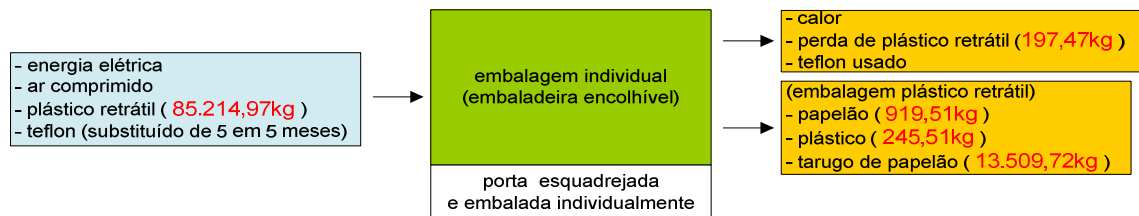
Verifica-se no Quadro 5.1., o benefício resultante da economia de 5.287,90 kg de papelão ondulado (4.788,95 kg que deixaram de ser consumidos somados aos 498,95 kg não mais gerados), obtendo-se:

- Com relação ao *benefício econômico*, foi calculada uma economia anual aproximada de R\$ 3.966,00, em função da não necessidade de desembolso de dinheiro para a compra de 5.287,90 kg de papelão ondulado, no ano de 2010. Para esse cálculo, considerou-se o preço de compra do quilograma do papelão ondulado de R\$ 0,75, referente ao final de 2009, com frete incluído, descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS e COFINS). Pode-se também inferir que essa economia representou 56 dias a menos de consumo de papelão ondulado em um ano (divide-se a quantidade economizada de 5.287,90 kg pelo total consumido “depois” da opção da P+L de 34.371,22 kg, e multiplica-se o resultado por 365 dias).

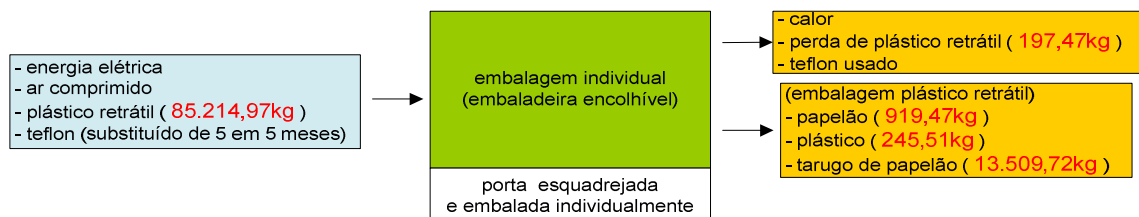
- Com relação ao *benefício ambiental*, com a economia de 5.287,90 kg da matéria-prima papelão ondulado, uma economia diretamente relacionada ao consumo de recursos naturais (água, energia, insumos etc) necessários para a fabricação dessa quantidade de papelão, como também, indiretamente relacionada ao consumo de óleo diesel necessário para o transporte do papelão não consumido e do resíduo não gerado, contribuindo, assim, com a redução da emissão de gases de efeito estufa. Baseando-se em CEMPRE (2009), para cada 1000 kg de aparas de papel utilizadas na produção de papelão ondulado reciclado evita-se o corte de 10 a 12 árvores adultas, provenientes de plantações comerciais reflorestadas. Sendo assim, poder-se-ia também extrapolar como benefício ambiental alcançado a não necessidade de corte de cerca de 60 árvores adultas e, analisando-se um pouco mais longe, a preservação de uma área de mata nativa próxima de 350,00 m<sup>2</sup>, que teria de ser desmatada para o plantio de árvores, proporcionais à produção do papelão economizado (adotou-se para este cálculo um espaçamento comercial médio para o plantio das árvores de 3,00 m x 2,00 m).

## 5.2. – Oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível

Em relação à “oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.3.) e “depois” (Figura 5.4.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos dois fluxogramas foram quantificados os valores apenas dos elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79.200 portas).



**Figura 5.3. Balanço de material da oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível – antes de P+L**



**Figura 5.4. Balanço de material da oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível – depois de P+L**



Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos na produção de painéis e portas, com a implementação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.2.

**Quadro 5.2 – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade do tarugo da bobina de plástico encolhível**

Especificação do material	Quantidade consumida (kg)	Especificação do resíduo	Quantidade gerada (kg)	
Plástico retrátil	85.214,97	Plástico retrátil	197,47	<b>ANTES DA P+L</b>
		Papelão embalagem bobina	919,51	
		Plástico embalagem bobina	245,51	
		Tarugo de papelão	13.509,72	
Plástico retrátil	85.214,97	Plástico retrátil	197,47	<b>DEPOIS DA P+L</b>
		Papelão embalagem bobina	919,51	
		Plástico embalagem bobina	245,51	
		Tarugo de papelão	13.509,72	
Plástico retrátil	0,00	Plástico retrátil	0,00	<b>BENEFÍCIO OBTIDO</b>
		Papelão embalagem bobina	0,00	
		Plástico embalagem bobina	0,00	
		Tarugo de papelão	0,00	

Verifica-se no Quadro 5.2. que a oportunidade de P+L implementada não trouxe nenhum tipo de benefício relacionado à redução do consumo de materiais ou à diminuição da geração de resíduos. Porém, através da análise dos dados contidos na planilha do Quadro 5.3., constata-se que a substituição da venda dos tarugos de papelão do ferro-velho, para o próprio fabricante do plástico retrátil, trouxe benefícios econômicos e ambientais, obtendo-se:

**Quadro 5.3 – Planilha para cálculo do benefício econômico obtido com a venda dos tarugos para o próprio fabricante de plástico encolhível, projetada para o ano de 2010**

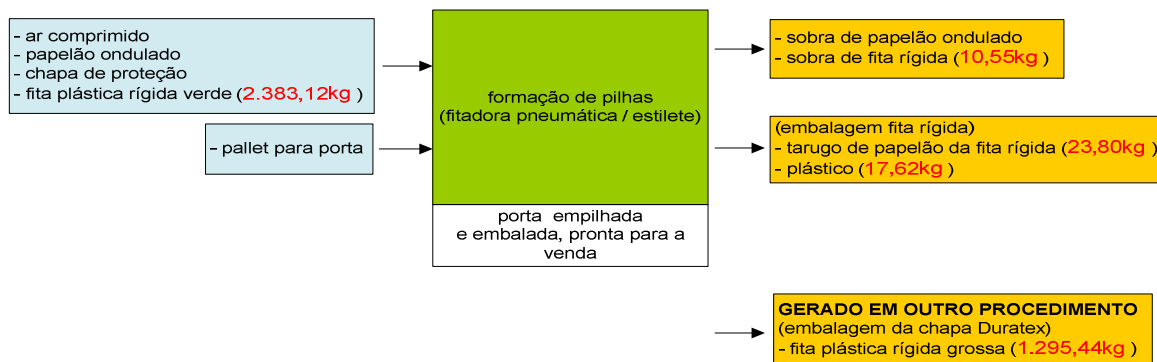
Especificação do resíduo	Quantidade anual gerada (kg)	Preço de venda (R\$/kg)	Valor recebido por ano (R\$)	
Tarugo de papelão	13.509,72	0,30	4.052,91	<b>ANTES DA P+L</b>
Tarugo de papelão	13.509,72	1,00	13.509,72	<b>DEPOIS DA P+L</b>
Benefício econômico obtido depois da P+L			9.456,72	<b>BENEFÍCIO ECONÔMICO</b>

Com relação ao **benefício econômico**, foi calculado um ganho econômico de R\$ 9.456,00, para o ano de 2010. Isso representa um valor aproximado de 11 dias a menos de compra de plástico retrátil ao ano (dividi-se o valor economizado de R\$ 9.456,00 pelo preço de compra do plástico de R\$ 3,56 / kg – do final de 2009, com o frete incluído e descontando-se os impostos recuperáveis – obtendo-se a quantidade de 2.656,17 kg de plástico que poderia ser adquirida com o valor economizado. Divide-se essa quantidade – 2.656,17 kg – pelo total consumido no ano – 85.214,97 kg – e multiplica-se o resultado por 365 dias).

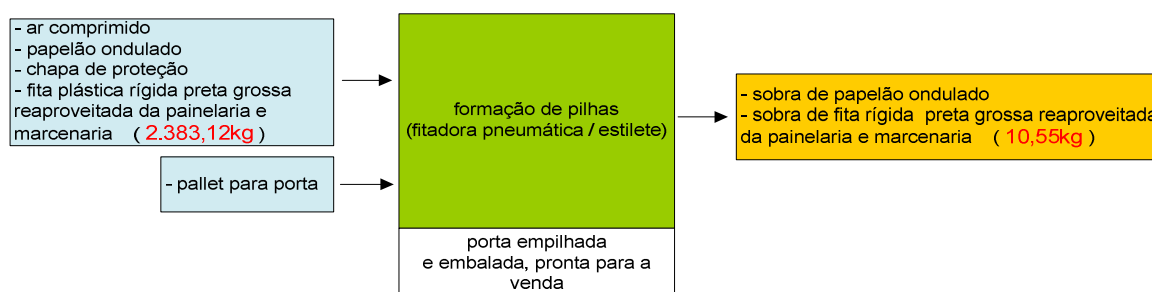
Com relação ao **benefício ambiental**, diretamente, houve uma redução no consumo de recursos naturais (água, energia, insumos etc) necessários para a produção dessa quantidade de tarugos não utilizados, como também, indiretamente, no consumo de óleo diesel necessário para seu transporte, contribuindo, assim, com a redução da emissão de gases de efeito estufa. A reutilização desses resíduos (tarugos) para o mesmo fim (bobinagem do plástico) foi a melhor forma de aproveitamento ambiental encontrada.

### **5.3. – Oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas**

Em relação à “*oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas*”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.5.) e “depois” (Figura 5.6.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos dois fluxogramas foram quantificados os valores apenas dos elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79200 portas).



**Figura 5.5. Balanço de material da oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas – antes de P+L**



**Figura 5.6. Balanço de material da oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas – depois de P+L**

Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos na produção de painéis e portas, com a implantação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.4..

**Quadro 5.4 – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas**

Especificação do material	Quantidade consumida (kg)	Especificação do Resíduo	Quantidade gerada (kg)	
Fita plástica rígida verde	2.383,12	Sobra de fita rígida verde	10,55	<b>ANTES DA P+L</b>
		Tarugo de papelão da embalagem	23,80	
		Plástico da embalagem	17,62	
		Fita plástica grossa (painelaria)	1.295,44	
		Fita plástica grossa (marcenaria)	não quantificada	
Fita plástica rígida grossa da embalagem da chapa Duratex e do aglomerado e compensado	2.383,12	Fita plástica rígida grossa	10,55	<b>DEPOIS DA P+L</b>
Fita plástica rígida verde	2.383,12	Tarugo da embalagem	23,80	<b>BENEFÍCIO OBTIDO</b>
		Plástico da embalagem	17,62	
		Fita plástica rígida grossa	2.383,12	

Antes de proceder à análise dos benefícios ambientais e econômicos obtidos é importante informar que, da data de aquisição e utilização da nova fitadora pneumática, até a conclusão deste trabalho, passaram-se cerca de oito meses. Sendo assim, conseguiu-se coletar dados suficientes de geração e reaproveitamento “real” da fita plástica rígida preta grossa, proveniente dos setores da painelaria e da marcenaria e que antes era descartada, “depois” da implementação desta oportunidade. Durante esses oito meses, não foi necessário adquirir fitas rígidas novas (fita plástica rígida verde), para embalagem de painéis e portas, pois, apenas as fitas rígidas pretas grossas, oriundas das sobras de embalagem das chapas Duratex (setor painelaria) e das chapas de fibra de madeira (setor marcenaria), foram suficientes para o atendimento da necessidade de consumo da embalagem de painéis e portas.

Verifica-se no Quadro 5.4 o benefício resultante da economia de 2.383,12 kg de fita plástica rígida que deixaram de ser adquiridas e descartadas como resíduo, obtendo-se:

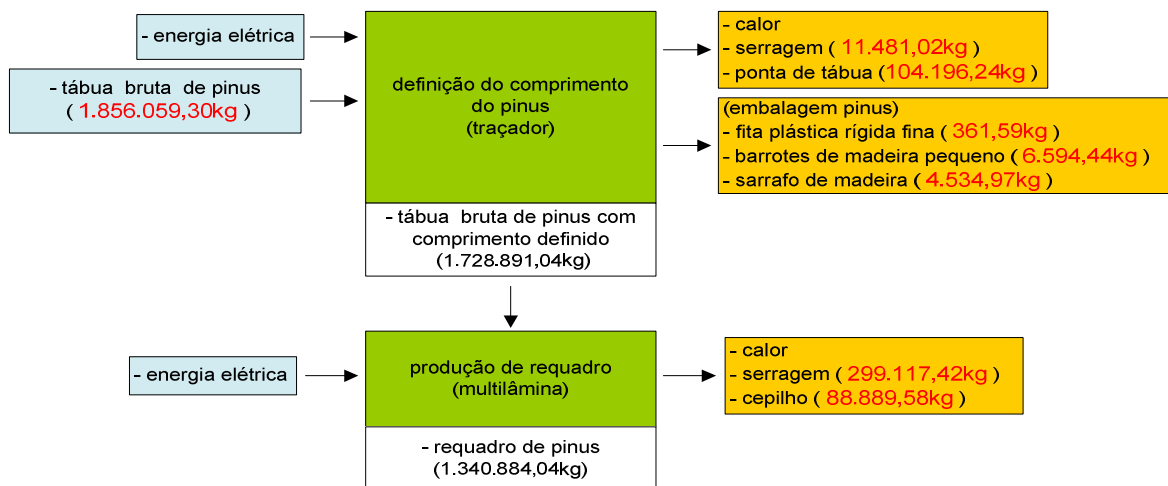
- Com relação ao **benefício econômico**, uma economia de desembolso próxima de R\$ 12.400,00, em função da não mais necessidade de aquisição de fita plástica rígida

verde. Para o cálculo desse valor, considerou-se o preço de compra do quilograma da fita plástica rígida de R\$ 5,20, do final de 2009, com frete incluído e descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS, COFINS). Portanto, o investimento de R\$ 14.000,00, feito na aquisição e instalação do novo equipamento (fitadora pneumática), será pago com um ano de operação. Outro benefício foi a economia obtida com o custo de disposição dos 2.383,12 kg de fitas plásticas rígidas pretas.

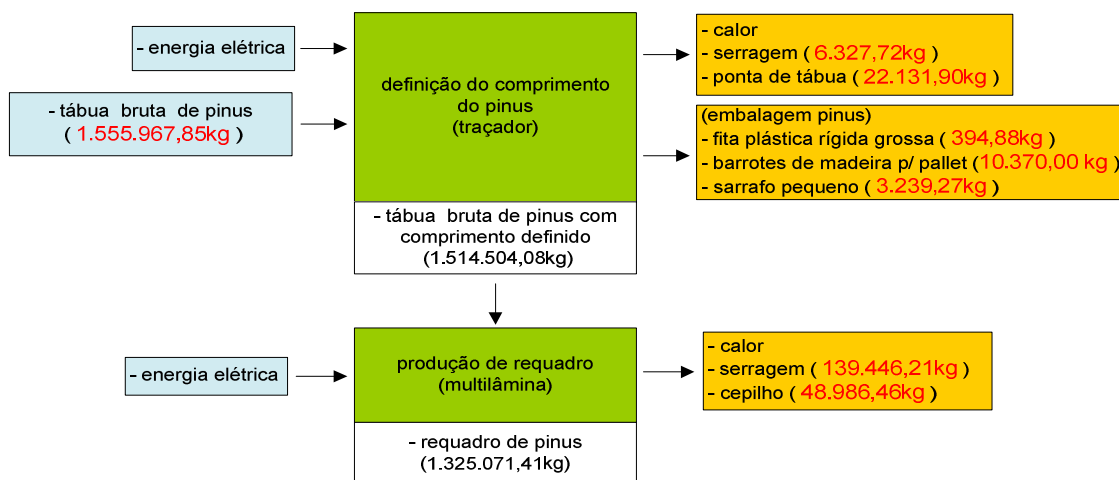
- Com relação ao **benefício ambiental**, houve, diretamente, uma redução no consumo de recursos naturais (água, energia, insumos etc) necessários para a produção das fitas rígidas que deixaram de ser utilizadas, como, também, indiretamente, no consumo de óleo diesel necessário para o transporte da fita plástica rígida antes consumida, da fábrica para a empresa, e dos resíduos de fita plástica rígida gerados, da empresa para o aterro sanitário, contribuindo, assim, com a redução da emissão de gases de efeito estufa e com o aumento da vida útil dos aterros sanitários, principalmente, por se tratar de um material altamente recalcitrante. A reutilização desse resíduo (fita plástica rígida grossa) para o mesmo fim (embalagem de painéis e portas) foi a melhor forma de aproveitamento ambiental encontrado para esse material.

#### **5.4. – Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador**

Em relação à “*oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador*”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.7.) e “depois” (Figura 5.8.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos dois fluxogramas foram quantificados os valores apenas dos elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79200 portas).



**Figura 5.7. Balanço de material da oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador – antes de P+L**



**Figura 5.8. Balanço de material da oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador – depois de P+L**

Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos na produção de painéis e portas com a implantação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.5.

**Quadro 5.5 – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e traçador**

Especificação do material	Quantidade consumida (kg)	Especificação do resíduo	Quantidade Gerada (kg)	
Tábua bruta de pinus	1.856.059,30	Fita plástica rígida “fina” (embalagem da tábua)	361,59	<b>ANTES DA P+L</b>
		Barrote de madeira “pequeno” (embalagem da tábua)	6.594,00	
		Sarrafo de madeira (embalagem da tábua)	4.534,97	
		Serragem de madeira de pinus	310.598,44	
		Ponta de tábua de pinus	104.196,24	
		Cepilho de madeira	88.889,58	
Tábua bruta de pinus	1.555.967,85	Fita plástica rígida “grossa” (embalagem da tábua)	394,88	<b>DEPOIS DA P+L</b>
		Barrote de madeira “p/ pallet” (embalagem da tábua)	10.370,00	
		Sarrafo de madeira (embalagem da tábua)	3.239,27	
		Serragem de madeira de pinus	145.773,93	
		Ponta de tábua de pinus	22.131,90	
		Cepilho de madeira	48.986,46	
Tábua bruta de pinus	300.091,45	Fita plástica rígida “grossa” (embalagem da tábua)	394,88	<b>BENEFÍCIOS OBTIDOS</b>
		Barrote de madeira “p/ pallet” (embalagem da tábua)	10.370,00	
		Sarrafo de madeira pequeno (embalagem da tábua)	não discutido	
		Serragem de madeira de pinus	164.824,51	
		Ponta de tábua de pinus	82.064,34	
		Cepilho de madeira	39.903,07	

Verifica-se no Quadro 5.5. que a implementação dessa oportunidade de P+L trouxe vários benefícios. Os benefícios econômicos e ambientais obtidos serão descritos, abaixo, separadamente, item por item, de acordo com os materiais economizados e com os resíduos que deixaram de ser gerados:

(a) Fita plástica rígida utilizada na embalagem dos amarrados das tábuas de pinus –

“Antes” da implementação da oportunidade de P+L, a fita que era utilizada na embalagem do amarrado de tábuas de pinus não podia ser reaproveitada na embalagem de painéis e portas, ou de outros produtos de outros setores da empresa, pois eram muito finas.

Existia um descarte estimado de 361,59 kg por ano de fita plástica, que resultava em uma perda econômica e ambiental para a empresa, em função do custo do não reaproveitamento desse material, assim como, do custo relativo à sua disposição em aterros sanitários.

“Após” a implantação desta oportunidade de P+L, com a possibilidade de reaproveitamento da fita plástica, ganhos econômicos e ambientais foram alcançados. As fitas plásticas rígidas, que acompanhavam as embalagens das tábuas de pinus do novo fornecedor, passaram a vir adequadas (mais grossas) para reuso na embalagem de painéis e portas.

Em termos **econômicos**, obteve-se uma economia de desembolso de R\$ 2.053,37, antes necessário para a aquisição das 394,88 kg de fita rígida consumidas anualmente. Para o cálculo considerou-se o preço de compra da fita plástica rígida de R\$ 5,20 / kg, referente ao final de 2009, descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS, COFINS) e considerando-se o frete.

Em termos **ambientais**, principalmente por serem os materiais plásticos bastante recalcitrantes, obteve-se benefício em função deste material deixar de ser descartado em aterros e ser reutilizado como matéria-prima dentro da própria empresa.

(b) Barrote de madeira proveniente da embalagem dos amarrados das tábuas de pinus –

Mensalmente, a empresa compra barrotes de madeira para fabricação de *pallets*, os quais são utilizados na base da pilha, durante a embalagem de painéis e portas. “Antes” da implementação da oportunidade de P+L, os barrotes que compunham a embalagem do amarrado de tábuas de pinus não podiam ser reaproveitados na embalagem de painéis e portas, pois suas medidas eram menores que as utilizadas na fabricação de *pallets* pela empresa. O material residual era vendido a terceiros, normalmente indústrias cerâmicas, por preços irrisórios, sendo utilizado como combustível em seus fornos. O preço negociado com as cerâmicas, no final de 2009, girava em torno de R\$ 9,00 / t de madeira, obtendo-se uma receita anual de aproximadamente R\$ 60,00 por ano com sua venda (calculado a partir de 6.594,00 kg de barrotes gerados como sobra).

Os barrotes de madeira usados na embalagem das novas tábuas, conforme solicitação feita ao novo fornecedor, passaram a vir com medidas adequadas para reuso na fabricação de *pallets* pela empresa. Após a implementação desta oportunidade de P+L, e



com a possibilidade de reaproveitamento de 10.370,00 kg de barrotes, obteve-se ganhos econômicos e ambientais significativos.

Considerando-se uma densidade média (calculada na própria empresa) para os barrotes economizados igual a 550,00 kg / m<sup>3</sup>, e seu preço de compra de R\$ 321,40 / m<sup>3</sup>, do final de 2009, descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS, COFINS) e incluindo-se o frete, obteve-se uma **economia** de R\$ 6.059,86 no ano, equivalente ao valor para a compra de 18,85 m<sup>3</sup> de barrotes. Em contrapartida, pode-se considerar que a empresa passou a ter um prejuízo de R\$ 60,00, em função da não venda desse material como resíduo, conforme explicado acima.

Em termos **ambientais**, o fato dos barrotes serem reutilizados como matéria-prima na confecção de *pallets* dentro da empresa, ao invés de ser utilizado como fonte de combustível em indústrias cerâmicas, caracteriza um aproveitamento ambiental mais nobre do material, coadunando com a estratégia de minimização de resíduos da metodologia da P+L, onde o reuso de um resíduo como matéria-prima na fabricação de subprodutos ou produtos, dentro da empresa, ao invés do seu aproveitamento em processos externos a ela, como a reciclagem ou a inserção em ciclos biogênicos, possui um melhor nível de atuação estratégico. Também poderia ser considerado como benefício ambiental alcançado o fato de não ser mais necessário suprimir aproximadamente 224 árvores adultas e, pensando-se um pouco mais longe, com a preservação de uma área de mata nativa próxima de 1.350,00 m<sup>2</sup> que seria desmatada para o plantio dessa quantidade de árvores adultas de pinus (adotou-se para este cálculo um espaçamento comercial médio para o plantio de pinus de 3,00 m x 2,00 m, um crescimento anual de estérreo de madeira por hectare de 40,0 m<sup>3</sup>, que uma árvore adulta teria a idade de 7 anos, bem como, que 2,00 m<sup>3</sup> de estérreo de madeira produziria 1,00 m<sup>3</sup> de madeira serrada). Outro benefício ambiental indireto seria a redução no consumo de óleo diesel necessário para o transporte da madeira da serraria para a empresa e, dos cepilhos e pontas geradas, da empresa às cerâmicas.

(c) Ponta de tábua e cepilho de madeira gerados durante o processo produtivo no traçador e na multilâmina –

“Antes” da implantação desta opção de P+L, as tábuas de madeira de pinus chegavam à empresa com largura e comprimento bem maiores do que o especificado no contrato de compra. Como descrito no capítulo anterior, no estudo de viabilidade desta oportunidade de P+L, é comum as empresas fornecedoras de tábuas de madeira entregá-las

com dimensões maiores que as determinadas nos contratos de fornecimento, em função da dimensão das toras processadas, da eficiência do processamento etc, conforme assinalado. Na prática, este maior volume de madeira que chega às empresas não redundava em um maior desembolso de dinheiro, mas, sim, em uma maior geração de resíduos, principalmente de pontas de tábua e de cepilhos de madeira. A maior ou menor geração de pontas de tábua é função direta da diferença entre o comprimento com que as tábuas chegam à empresa e o comprimento utilizado na produção. A maior ou menor geração de cepilhos de madeira está diretamente relacionada à diferença entre a largura das tábuas que chegam à empresa e a largura utilizada nos processos fabris. O novo fornecedor de tábuas, em função da sua maior eficiência produtiva, passou a entregar as tábuas de madeira com as dimensões bem mais próximas das combinadas em contrato, possibilitando menor geração de cepilhos de madeira e de pontas de tábuas.

Em termos **econômicos**, considerou-se que a empresa passaria a ter um prejuízo anual próximo de R\$ 1.097,00, antes recebidos com a venda dos 121.967,46 kg de resíduo de madeira (82.064,34 kg de ponta de tábua e 39.903,12 kg de cepilho de madeira), não mais gerado, às indústrias cerâmicas, pelo preço de R\$ 9,00 / t (preço do final de 2009). Porém, esse valor calculado pode ser questionado, pois, se for levado em consideração o custo de mão-de-obra envolvida com a manipulação e a movimentação desses resíduos na empresa o prejuízo poderia diminuir ou, até mesmo, nem ocorrer.

Em termos **ambientais**, os benefícios obtidos foram representativos. Partindo-se dos 121.967,46 kg de resíduos de madeira não mais gerados e considerando-se uma densidade média da madeira de 550,00 kg / m<sup>3</sup> (calculada na própria empresa), obteve-se uma redução próxima de 222,00 m<sup>3</sup> de madeira ao ano (equivalente a 4,5 carretas com capacidade de 27 t completamente carregadas de tábuas de pinus). Também poderia ser considerado como benefício ambiental alcançado o fato de não ser mais necessário suprimir aproximadamente 2.642 árvores adultas e, pensando um pouco mais longe, a preservação de uma área de mata nativa próxima de 15.860,00 m<sup>2</sup> que seria desmatada para o plantio dessa quantidade de árvores de pinus (adotou-se para este cálculo um espaçamento comercial médio para o plantio de pinus de 3,00 m x 2,00 m, um crescimento anual de estérco de madeira por hectare de 40,0 m<sup>3</sup>, que uma árvore adulta teria a idade de 7 anos, bem como, que 2,00 m<sup>3</sup> de estérco de madeira produziria 1,00 m<sup>3</sup> de madeira serrada). Outro benefício ambiental indireto seria a redução do consumo de óleo diesel necessário para o transporte da madeira da serraria para a empresa, e dos cepilhos e pontas geradas da empresa às cerâmicas.

(d) Serragem gerada durante o processo produtivo, no equipamento multilâmina, e tábuas brutas de pinus consumida na produção de painéis e portas –

Com relação à diminuição da geração de serragem de madeira, o principal elemento do processo produtivo com influência direta na sua geração é a espessura do dente da serra – elemento cortante propriamente dito –, ou seja, é a sua espessura que determina a quantidade de serragem que será gerada durante o corte da madeira. “Antes” da implementação desta oportunidade de P+L, a espessura da vinda das serras utilizadas no equipamento multilâmina era de 4,5mm. A serragem gerada, calculada para o período de um ano, com a utilização das serras antigas, foi de 310.598,44 kg. Com a substituição do jogo de serras, passando do uso de serras com dentes de 4,5 mm para 2,4 mm, diminuiu-se a espessura total do corte longitudinal por tábuas, respectivamente, de 22,5 mm para 12,0 mm reduzindo-se, assim, a espessura do corte por tábuas em 10,5 mm (2,1 milímetros de espessura, que é a diferença da espessura dos dentes da serra antiga com a nova, multiplicada por 5, que é o número de serras utilizadas na multilâmina). Com isso, após a troca do jogo de serras, passou-se a uma geração de 145.773,93 kg de serragem. O benefício obtido foi a diminuição da quantidade de serragem gerada em 164.824,51 kg ao ano.

Em termos **econômicos**, analisando-se unicamente a serragem (164.824,51 kg) que deixaria de ser vendida a R\$ 9,00 / t às cerâmicas, pode-se considerar que a empresa passaria a ter um prejuízo anual aproximado de R\$ 1.476,00. Em contrapartida, esta mesma quantidade de serragem que deixou de ser gerada proporcionou diretamente uma economia anual de R\$ 71.029,40, em função de não mais ser necessário adquirir cerca de 221,0 m<sup>3</sup> de tábuas de pinus (a descrição de como se chegou a este volume economizado, para o cálculo do valor economizado, encontra-se demonstrado nas planilhas de estudo de viabilidade da **Oportunidade de redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador**, no capítulo anterior).

Em termos **ambientais**, obteve-se uma redução de 221,00 m<sup>3</sup> de madeira comprada (equivalente a 4,5 carretas com capacidade de 27 t completamente carregadas de madeira) e, como já dito, de 164.824,51kg de serragem gerada ao ano. Pode-se então inferir como benefício ambiental alcançado o fato de não ser mais necessário suprimir aproximadamente 2.630 árvores adultas e, pensando um pouco mais longe, a preservação de uma área de mata nativa de cerca de 15.790,00 m<sup>2</sup>, que seria desmatada para o plantio dessa quantidade de árvores de pinus (adotou-se para este cálculo um espaçamento

comercial médio para o plantio de pinus de 3,00 m x 2,00 m, um crescimento anual de estéreo de madeira por hectare de 40,0 m<sup>3</sup>, que uma árvore adulta teria a idade de 7 anos, bem como, que 2,00 m<sup>3</sup> de estéreo de madeira produziria 1,00 m<sup>3</sup> de madeira serrada). Outro benefício ambiental indireto seria a redução do consumo de óleo diesel necessário para o transporte desta madeira da serraria para a empresa e, da serragem gerada, da empresa para as indústrias cerâmicas.

### **5.5. – Oportunidade de redução da água gasta na painelaria**

Em relação à “*oportunidade de redução da água gasta na painelaria*”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.9.) e “depois” (Figura 5.10.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos dois fluxogramas foram quantificados os valores apenas dos elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79.200 portas).

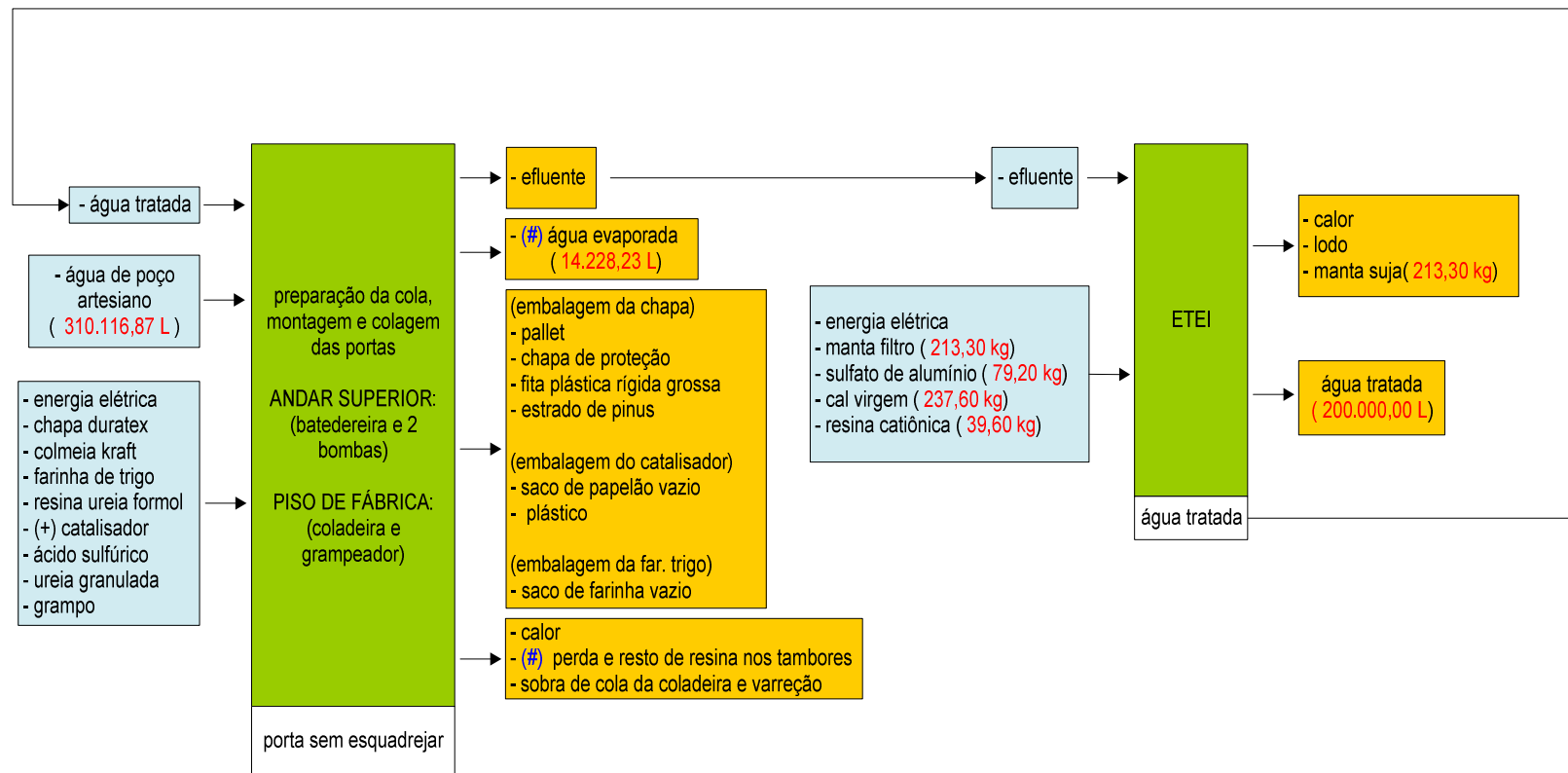


Figura 5.9. Balanço de material da oportunidade de redução da água gasta na painelaria – antes de P+L

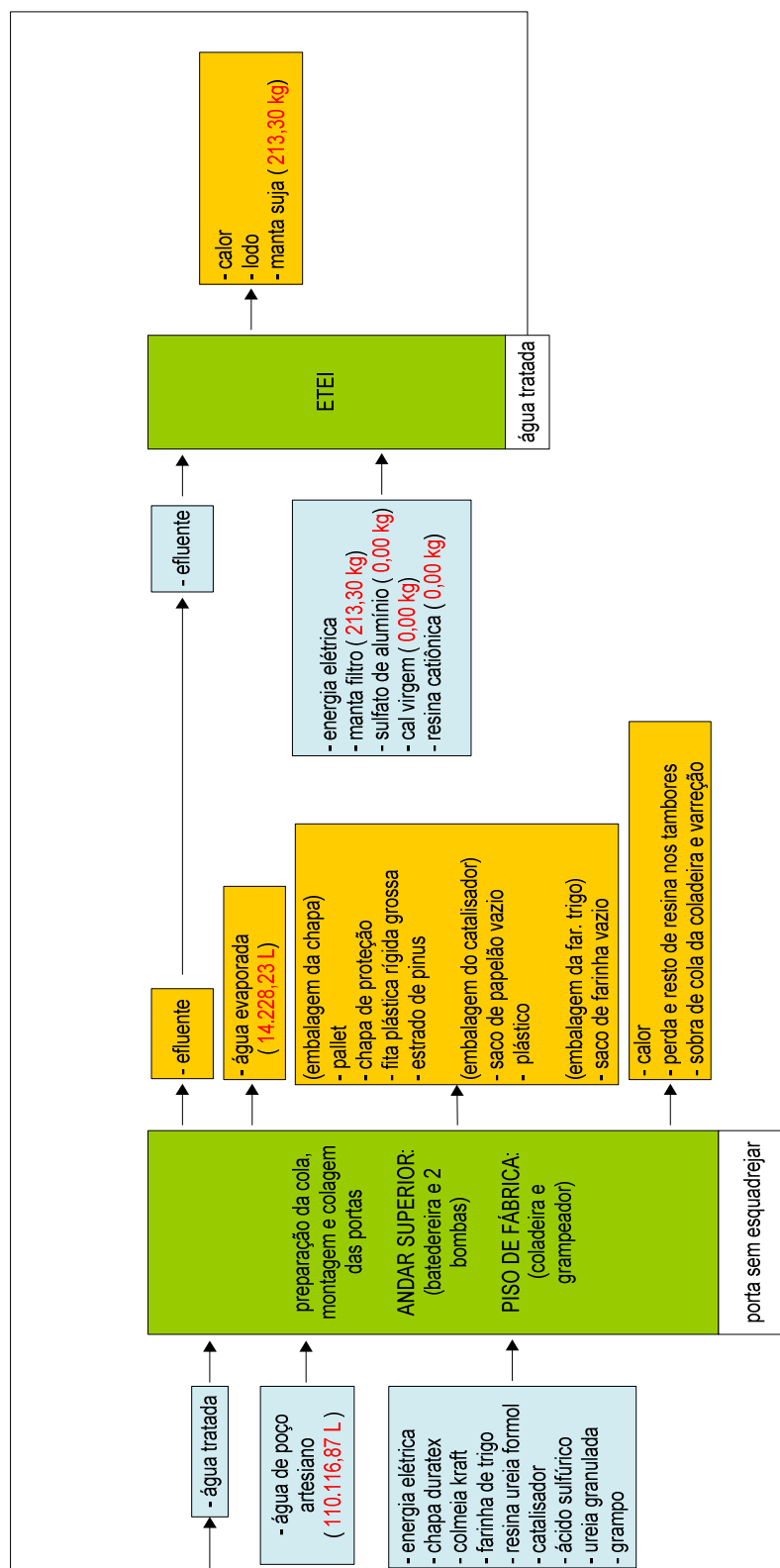


Figura 5.10. Balanço de material da oportunidade de redução de água gasta na painelaria – depois de P+L

Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos na produção de painéis e portas com a implantação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.6.

**Quadro 5.6. – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução da água gasta na painelaria**

Especificação do Material	Quantidade consumida (L e kg)	Especificação do efluente	Quantidade gerada (L)	
Água de poço artesiano	310.116,87 L	Água tratada	200.000,00 L	<b>ANTES DA P+L</b>
Sulfato de alumínio	79,20 kg			
Cal virgem	237,60 kg			
Resina catiônica	39,60 kg			
Água de poço artesiano	100.116,87 L	Água tratada	0,00 L	<b>DEPOIS DA P+L</b>
Sulfato de alumínio	0,00 kg			
Cal virgem	0,00 kg			
Resina catiônica	0,00 kg			
Água de poço artesiano	200.000,00 L	Água tratada	200.000,00 L	<b>BENEFÍCIO OBTIDO</b>
Sulfato de alumínio	79,20 kg			
Cal virgem	237,60 kg			
Resina catiônica	39,60 kg			

Destaca-se que os valores estimados para o consumo de água e para a geração de efluente por painel e porta produzidos foram confirmados com a aplicação da planilha *Índice do Consumo de Água do poço Artesiano por metro Quadrado Colado de Paineis/Portas (L/m<sup>2</sup>)*, apresentada no anexo XXX, adotada “depois” da implementação desta oportunidade de P+L, considerando-se um período de 120 dias (de fevereiro de 2010 à maio de 2010), onde se verificou que o consumo de água caiu de 0,120 L / m<sup>2</sup> colado de chapa Duratex para 0,036 L / m<sup>2</sup>.

No Quadro 5.6., verifica-se o benefício resultante da redução do consumo de água do poço freático, em valor próximo a 200.000,00 L e, por conseguinte, da geração da mesma quantidade de efluente industrial, obtendo-se:

- Com relação ao **benefício econômico**, uma economia anual de desembolso de R\$ 148,00 (200,00 m<sup>3</sup> multiplicado por R\$ 0,74 / m<sup>3</sup>) referente ao custo dos 200.000,00 L de água economizados. Ainda como benefícios econômicos destacam-se a eliminação da necessidade de aquisição e instalação de uma nova estação de tratamento de efluentes (no valor de R\$ 110.000,00) e a diminuição da possibilidade de ocorrência de autuações e multas pelo órgão ambiental, devido à adequação da estação ao reuso de 100 % água tratada.

- Com relação ao **benefício ambiental**, uma economia anual de 200,00 m<sup>3</sup> de água de poço freático, quantidade esta suficiente para atender às necessidades diárias, de consumo e higiene, de cerca de 1.670 pessoas. Esse cálculo foi fundamentado em dados disponibilizados pela Organização das Nações Unidas, que informam que cada pessoa necessita de 3,6 m<sup>3</sup> de água potável por mês (cerca de 120 L / dia) para o atendimento de suas necessidades de consumo e higiene (INSTITUTO AKATU, 2010b).

Ainda no Quadro 5.6., verifica-se o benefício resultante da redução no consumo dos cerca de 79,20 kg de sulfato de alumínio, 237,60 kg de cal virgem e 39,60 kg de resina catiônica e, por conseguinte, na geração dessa mesma quantidade de lodo da ETEI, obtendo-se:

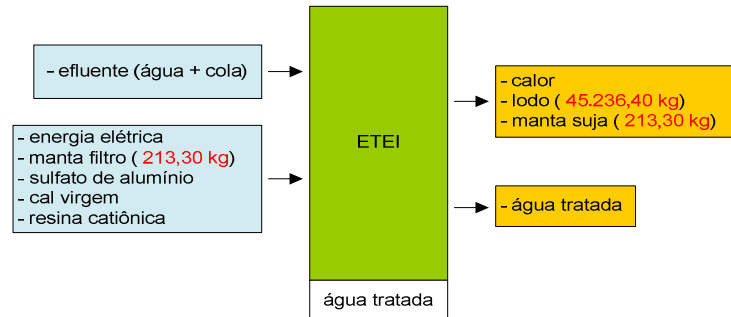
- Com relação ao **benefício econômico**, uma economia no desembolso de R\$ 4.116,60 que eram gastos na compra de produtos químicos, agora não mais necessários. Pode-se também destacar que houve uma economia devido a não mais haver necessidade de dispor a parte correspondente do lodo que seria gerado com a utilização desses produtos químicos.

- Em termos ambientais, um benefício considerável com a eliminação do uso dos cerca de 356,40 kg de produtos químicos, refere-se à redução dos riscos de contaminação ambiental decorrentes de sua utilização.

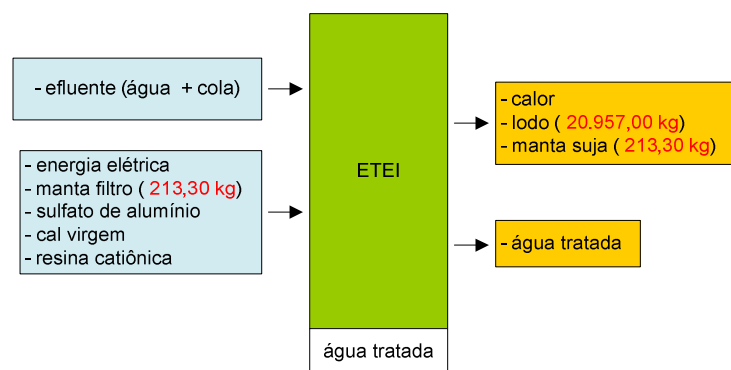
## **5.6. – Oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria**

Em relação à “*oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria*”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.11.) e “depois” (Figura 5.12.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos fluxogramas foram quantificados apenas os elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (448.800 painéis e 79200).





**Figura 5.11. Balanço de material da oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria – antes de P+L**



**Figura 5.12. Balanço de material da oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria – depois de P+L**

Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos na produção de painéis e portas com a implantação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.7..

**Quadro 5.7. – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria**

Especificação do material	Quantidade Consumida (kg)	Especificação do resíduo	Quantidade Gerada (kg)	
Efluente (água + cola)	não quantificado	Lodo	45.236,40	<b>ANTES DA P+L</b>
Manta Filtro	213,30	Manta Filtro Suja	213,30	
Efluente (água + cola)	não quantificado	Lodo	20.957,00	<b>DEPOIS DA P+L</b>
Manta Filtro	213,30	Manta Filtro Suja	213,30	
Cola	- 24.279,40 *	Lodo	24.279,40	<b>BENEFÍCIO OBTIDO</b>
Manta Filtro	- 0,00	Manta Filtro Suja	0,00	

\* Quantidade estimada

A partir da implementação das melhorias operacionais previstas nesta oportunidade de P+L, iniciou-se o monitoramento da quantidade de lodo gerado, resultante da limpeza da ETEI, em uma planilha indicadora de geração de lodo por painel e porta produzidos de nome *Índice da Quantidade Gerada de Lodo na ETEI por Metro Quadrado Colado de Painéis e Portas (g/m<sup>2</sup>)*, apresentada no anexo XXXV. Esse apontamento vem sendo feito, desde então, periodicamente, relacionando-se as quantidades encontradas de lodo com a metragem total de chapa colada de painéis e portas. A periodicidade da limpeza da ETEI e a pesagem do lodo é função da necessidade de limpeza dos tanques da estação de tratamento de efluentes, sendo executada, em média, quinzenalmente. Passaram-se seis meses desde quando se iniciou o uso da planilha acima descrita, obtendo-se a evolução da quantidade de lodo gerado por área de chapa colada de painéis e portas produzidos (g / m<sup>2</sup>) nesse período. Verificou-se que, à medida que o tempo foi passando e as boas práticas de trabalho foram sendo melhor incorporadas ao dia-a-dia do setor, a quantidade gerada de lodo por área de chapa colada foi diminuindo consideravelmente. A geração de lodo caiu de 17,55 g / m<sup>2</sup> de chapa colada, antes da implementação dessa oportunidade de P+L, para 8,13 g / m<sup>2</sup> depois de sua implementação (utilizando-se a média dos últimos quatro meses da planilha, ou seja, de 07 de março de 2010 à 15 de junho de 2010), passando de uma geração anual de 45.236,40 kg para 20.957,00 kg. A meta estipulada, na planilha, a ser atingida é de uma economia anual próxima de 33.000,00 kg de lodo.

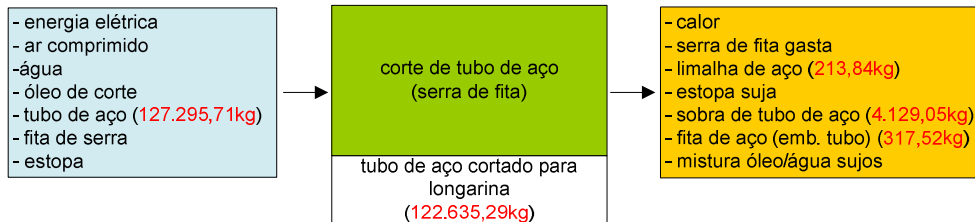
No Quadro 5.7., verifica-se o benefício resultante da redução da geração dos 24.279,40 kg de lodo para a ETEI (considerando-se também essa mesma quantidade de cola não produzida e consumida), obtendo-se:

Com relação ao **benefício econômico**, uma economia anual de, aproximadamente, R\$ 24.279,40 (estabeleceu-se a equivalência de que o custo do quilograma de lodo seria igual ao do quilograma de cola – R\$ 1,00 / kg). Outro benefício econômico considerado foi a economia referente ao custo de disposição do lodo não gerado. O preço calculado para o transporte e descarte adequado dos 24.279,40 kg de lodo em aterros sanitários seria de R\$ 4.855,80 ao ano (considerou-se o custo de transporte e descarte do lodo de R\$ 200,00 / t, preço do final de 2009).

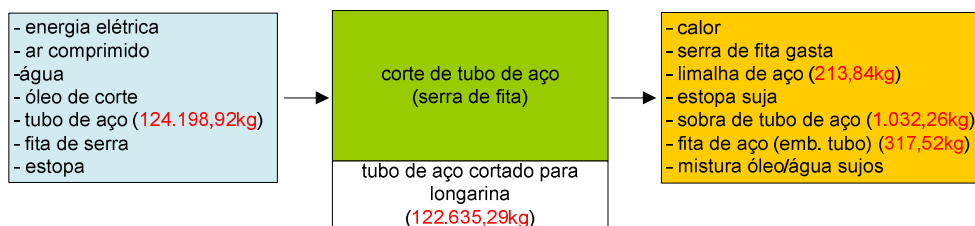
Com relação ao **benefício ambiental**, uma economia anual no consumo de água de poço freático e dos produtos (farinha de trigo, resina uréia-formol, catalisador, ácido sulfúrico e uréia granulada) que não seriam mais consumidos para a fabricação dos 24.279,40 kg de cola e, conseqüentemente, de lodo não gerado, proporcionando diretamente uma redução dos recursos necessários para a produção desses materiais (matérias-primas, insumos, energia etc), e da energia para o bombeamento da água do poço freático. Outro benefício ambiental obtido refere-se à eliminação das operações de armazenagem, transporte e disposição do resíduo em aterro sanitário, obtendo-se uma economia de espaço nos aterros, de combustível para seu transporte e de risco de acidente ambiental durante seu manuseio.

### **5.7. – Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado**

Em relação à “*oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado*”, foram elaborados os fluxogramas referentes ao balanço de materiais quantitativos, refletindo a situação “antes” (Figura 5.13.) e “depois” (Figura 5.14.) da oportunidade de P+L ter sido implementada. Destaca-se que nos fluxogramas foram quantificados apenas os elementos envolvidos na oportunidade de P+L em pauta, para uma produção/venda projetada para o ano de 2010 (72.000 placas de piso elevado; 129.600 longarinas; 87.120 jogos de cruzeta / base da cruzeta).



**Figura 5.13. Balanço de material da oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado – antes de P+L**



**Figura 5.14. Balanço de material da oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado – depois de P+L**

Para estimar os benefícios econômicos e ambientais obtidos na produção de pisos elevados com a implantação de medidas de P+L dessa oportunidade, foi preparada uma planilha, conforme modelo apresentado no Quadro 5.8..

**Quadro 5.8. – Planilha para cálculo dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com a oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado**

Especificação do material	Quantidade consumida (kg)	Especificação do resíduo	Quantidade gerada (kg)	
Tubo de aço	127.295,71	Limalha de aço	213,84	<b>ANTES DA P+L</b>
		Sobra de tubo de aço	4.129,05	
		Fita de aço da embalagem	317,52	
Tubo de aço	124.198,92	Limalha de aço	213,84	<b>DEPOIS DA P+L</b>
		Sobra de tubo de aço	1.032,26	
		Fita de aço da embalagem	317,52	
Tubo de aço	3.096,79	Limalha de aço	0,00	<b>BENEFÍCIO OBTIDO</b>
		Sobra de tubo de aço	3.096,79	
		Fita de aço da embalagem	0,00	

No Quadro 5.8., verifica-se o benefício resultante da redução do consumo de 3.096,79 kg de tubo de aço e, por conseguinte, da redução da mesma quantidade de sobra de tubo de aço, obtendo-se:

- Com relação ao **benefício econômico**, uma economia anual aproximada de R\$ 8.361,00, em função da redução do desembolso para aquisição de 3.096,79 kg de tubo de aço. Considerou-se, na estimativa, o preço do tubo de aço de R\$ 2,70 / kg, referente ao final de 2009, com frete incluído, descontando-se os impostos recuperáveis (ICMS, PIS e COFINS). Pode-se, também, dizer que esta economia representou nove dias a menos no consumo de tubo de aço, em um ano.

- Com relação ao **benefício ambiental**, uma economia dos recursos utilizados (energia, materiais e insumos) para a fabricação dos 3.096,79 kg de tubo de aço, que não seriam mais consumidos, e com o óleo diesel que seria gasto para o transporte tanto do tubo não consumido quanto da sucata que deixou de ser gerada, contribuindo, assim, com a redução da emissão de gases de efeito estufa.

### **5.8. – Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado**

O equipamento “Desbobinador Motorizado de Chapas” estava em processo de cotação de preços para sua aquisição, na época de conclusão deste trabalho de dissertação, não tendo, portanto, como avaliar os “reais” resultados que seriam obtidos “após” a sua

instalação. A perspectiva é de se alcançar uma redução anual no consumo de chapa de aço maior do que a projetada no estudo de viabilidade econômica do equipamento, feito segundo critérios conservadores, descrita no Capítulo 4.

### **5.9. – Oportunidade de redução da massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado**

O equipamento “Dosador de Massa de Cimento” foi adquirido e instalado nas dependências da empresa, no setor de enchimento de piso elevado. O teste com o equipamento correspondeu às expectativas técnicas, porém, os ajustes previstos para a obtenção do melhor desempenho/rendimento do equipamento (melhora do nivelamento e acabamento do piso, reforma dos suportes onde as placas ficam apoiadas durante o enchimento, entre outras benfeitorias) ainda não haviam sido executados à época de conclusão deste trabalho de dissertação, não tendo, portanto, como serem obtidos e avaliados os “reais” resultados “após” sua completa instalação. Espera-se alcançar uma redução anual no consumo de massa mista de cimento maior que a projetada no estudo de viabilidade econômica do equipamento, feito segundo critérios conservadores, descrita no Capítulo 4.

### **5.10. – Resultados consolidados por setor**

Neste item apresenta-se os resultados consolidados referentes às oportunidades de P+L implementadas nos setores da painelaria e no setor de piso elevado, para a avaliação dos benefícios advindos da adoção das práticas de P+L na Mod Line Soluções Corporativas Ltda por setor. Os resultados consolidados (quantitativo e porcentual), dos benefícios obtidos com a implantação das seis oportunidades de P+L no setor de painelaria da empresa, estão apresentados no Quadro 5.9, a fim de que se possa avaliá-los de forma global.

**Quadro 5.9. – Planilha para cálculo global dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com as seis oportunidade implementadas no setor da painelaria**

Total de materiais consumidos (kg)	10.635.224,64	Total de resíduos gerados (kg)	1.449.572,25	<b>ANTES DA P+L (em kg e em L)</b>
Total de água consumida (L)	310.116,87	Total de efluente gerado (L)	215.413,56	
Total de materiais economizados (kg)	331.899,40	Total de resíduos NÃO gerados (kg)	324.779,40	<b>DEPOIS DA P+L (em kg e em L)</b>
Total de água economizada (L)	200.000,00	Total de efluente NÃO gerado (L)	200.000,00	
Total de materiais economizados (%)	3,10	Total de resíduos NÃO gerados (%)	22,40	<b>DEPOIS DA P+L (percentual)</b>
Total de água economizada (%)	61,40	Total de efluente NÃO gerado (%)	92,80	

A quantidade anual de matéria-prima (em kg) e de água (em L) que deixou de ser adquirida e consumida, para uma mesma quantidade de painéis e portas produzidos (448.800 painéis e 79200 portas), respectivamente, foi cerca de 332.000,00 kg e 200.000,00 L. Esses valores representam 3,1 % de toda a matéria-prima, (12 carretas com 27 t de capacidade, completamente carregadas de materiais) e 61,4 % de toda a água antes consumidas pelo setor da painelaria.

A quantidade anual de resíduo (em kg) e de efluente (em L) que deixou de ser gerada, para uma mesma quantidade de painéis e portas produzidos, respectivamente, foi de aproximadamente 325.000,00 kg e 200.000,00 L, representando 22,4 % de todo o resíduo anteriormente gerado (12 carretas de 27 t de capacidade, completamente carregadas de resíduos) e 92,8 % de todo o efluente antes gerado pelo setor da painelaria.

O somatório anual dos **benefícios econômicos** das seis oportunidades de P+L implementadas no setor da painelaria aproximou-se do valor de R\$136.000,00. Destaca-se que as oportunidades que demandaram investimentos em equipamentos e utilitários já haviam esgotado seus Tempos de Retorno para os Capitais Investidos.

Os **benefícios ambientais** foram descritos para cada oportunidade implementada nos Capítulos 4 e 5.

A título de ilustração, apresenta-se, a seguir, uma estimativa de mitigação de gases de efeito estufa - GEEs (emissões evitadas) para o setor da painelaria.

Admitindo-se uma distância percorrida economizada estimada em 6.480km, anualmente (considerou-se 12 carretas com a quantidade de matéria-prima economizada

(331 t) percorrendo uma distância média, dos fabricantes à empresa, de 500km, como também, dessa mesma quantidade de carretas de resíduos não gerados (325 t), percorrendo uma distância média da empresa às destinações feitas de 40km), que 1L de óleo diesel emite 4,01 kg CO<sub>2</sub>-equivalente. (esta equivalência leva em consideração os gases de efeito estufa emitidos pela indústria na extração, refino, processamento e transporte associados a este combustível, somados a todo o gás carbônico produzido durante a queima no motor) (SOARES, 2009) e um consumo médio de óleo diesel por quilometro rodado de 2 km / L, chegou-se a uma contribuição anual na redução de 13.000,00 kg de CO<sub>2</sub>-equivalente, como benefício obtido com a implementação das seis oportunidades de P+L nesse setor.

Avançando-se um pouco mais nessa análise pode-se inferir, adotando-se dados conservadores, disponíveis em Lacerda *et al.* (2009), que a redução anual na emissão de GEEs alcançada (13.000,00kg CO<sub>2</sub>-equivalente), acima descrita, corresponderia ao plantio aproximado de 1860 árvores, a fim de se absorver esta mesma quantidade de CO<sub>2</sub>-equivalente anualmente, em povoamentos de florestas nativas.

Os resultados consolidados (quantitativo e porcentual) dos benefícios obtidos com a implantação das três oportunidades de P+L no setor de piso elevado da empresa Mod Line Soluções Corporativas Ltda, estão apresentados no Quadro 5.10, a fim de que possa avaliá-los de forma global.

**Quadro 5.10. – Planilha para cálculo global dos benefícios econômicos e ambientais obtidos com as oportunidade implementadas no setor de piso elevado**

Total de materiais consumidos (kg)	1.086.088,93	Total de resíduos gerados (kg)	119.559,87	<b>ANTES DA P+L (em kg e em L)</b>
Total de água consumida (L)	523.552,86	Total de efluente gerado (L)	304.666,35	
Total de materiais economizados (kg)	49.514,79	Total de resíduos NÃO gerados (kg)	49.514,79	<b>DEPOIS DA P+L (em kg e em L)</b>
Total de água economizada (L)	não identificado	Total de efluente NÃO gerado (L)	não identificado	
Total de materiais economizados (%)	4,50	Total de resíduos NÃO gerados (%)	41,40	<b>DEPOIS DA P+L (percentual)</b>
Total de água economizada (%)	0,00	Total de efluente NÃO gerado (%)	0,00	



A quantidade anual de matéria-prima (em kg) que deixou de ser adquirida e consumida, para a mesma quantidade de pisos elevados produzidos (72.000 placas, 129.600 longarinas e 87.120 jogos de cruzeta/base da cruzeta), foi de cerca de 49.500,00 kg. Este valor representa 4,5 % de toda a matéria-prima (aproximadamente duas carretas com 27 t de capacidade, completamente carregadas de materiais) que era antes consumida pelo setor de piso elevado.

A quantidade anual de resíduo (em kg) que deixou de ser gerado, para a mesma quantidade de pisos elevados produzidos, foi de aproximadamente 49.500,0 kg, que representa 41,4 % de todo resíduo (duas carretas com 27 t de capacidade, completamente carregadas de resíduos) que era antes gerado no setor de piso elevado.

O somatório anual dos **benefícios econômicos** das três oportunidades de P+L estudadas no setor do piso elevado atingiu um valor próximo de R\$ 36.000,00. Destaca-se que para o cálculo desse valor foram utilizados os valores obtidos “depois” da implementação da “**Oportunidade de redução do tubo de aço no piso elevado**”, somados aos resultados econômicos “esperados” do estudo de viabilidade econômica (Capítulo 4) das oportunidades de P+L “**Oportunidade de redução da chapa de aço no piso elevado**” e a “**Oportunidade de redução de massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado**” do segundo ano após o investimento, respectivamente, R\$ 12.653,51 e R\$ 14.920,97, onde os Tempos de Retorno do Capital Investido “esperados” dessas duas oportunidades haviam se esgotados.

Os **benefícios ambientais** foram descritos para cada uma das três oportunidades implementadas, nos Capítulos 4 e 5.

Também, a título de ilustração apresenta-se uma estimativa para a mitigação de gases de efeito estufa - GEEs (emissões evitadas), para o setor de piso elevado.

Admitindo-se uma distância percorrida economizada estimada em 1.080 km, anualmente (considerou-se 2 carretas com a matéria-prima economizada (49,5 t) percorrendo uma distância média, dos fabricantes à empresa, de 500km, como também, dessa mesma quantidade de carretas com o resíduo não gerado (49,5 t) percorrendo uma distância média da empresa às destinações feitas de 40 km), que 1 L de óleo diesel emite 4,01 kg CO<sub>2</sub>-equivalente (esta equivalência leva em consideração os gases de efeito estufa emitidos pela indústria na extração, refino, processamento e transporte associados a este combustível, somados a todo o gás carbônico produzido durante a queima, no motor) (SOARES, 2009) e um consumo médio de óleo diesel por quilometro rodado de 2 km / L,

chegou-se a uma contribuição anual na redução de 2.165,00 kg CO<sub>2</sub>-equivalente, como benefício obtido com a implementação das três oportunidades de P+L nesse setor.

Avançando-se um pouco mais nessa análise pode-se inferir, adotando-se dados conservadores disponíveis em Lacerda *et al.* (2009), que a redução anual na emissão de GEEs alcançada (2.165,00 kg CO<sub>2</sub>-equivalente), acima descrita, corresponderia ao plantio aproximado de 310 árvores, a fim de se absorver esta mesma quantidade de CO<sub>2</sub>-equivalente, anualmente, em povoamentos de florestas nativas.

### **5.11. – Resultados sintetizados gerais**

Neste item apresentam-se a compilação dos resultados sintetizados dos benefícios obtidos e alguns aspectos envolvidos com a implantação das nove oportunidades de P+L, nos setores da painelaria e do piso elevado da Mod Line Soluções Corporativas Ltda, conforme apresentados na planilha do Quadro 5.11., a fim de que se possa avaliá-los de forma global.

**Quadro 5.11. – Síntese de resultados das nove oportunidades de P+L implantadas nos setores da painelaria e piso elevado**

Oportunidades de P+L implantadas	Elementos operacionais modificados	Benefícios Ambientais: materiais (kg) e água (L) economizados anualmente	Benefícios ambientais: resíduos sólidos (kg) e efluentes (L) não gerados anualmente	Redução da emissão de CO <sub>2</sub> -eq (kg) proporcional aos benefícios ambientais obtidos anualmente	Número de árvores proporcionais aos benefícios ambientais obtidos anualmente	Investimento necessário para a implantação da opção de P+L (R\$)	Período de Recuperação (P.R.) para o capital investido (ano)	Benefício econômico obtido após o P.R. (R\$/ano)
Redução do tamanho do papelão ondulado	Matéria-prima	4.788,95kg	498,95kg	175,00	60,00 + 25,00 <sup>(a)</sup>	–	–	3.966,00
Tarugo da bobina de plástico encolhível	Boas práticas e reuso local	–	–	–	–	–	–	9.456,72
Redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas	Tecnologia e reuso local	2.383,12kg	2.424,54kg	93,80	13,30 <sup>(a)</sup>	14.000,00	1,13	12.400,00
Redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e no traçador	Matéria-prima, tecnologia e reuso local	300.091,45kg	297.556,80kg	11.765,50	5.496,00 + 1.680,00 <sup>(a)</sup>	3.000,00	0,04	76.509,63
Redução da água utilizada na painelaria	Tecnologia, boas práticas e reuso local	200.000,00L	200.000,00L	13,10	2,10 <sup>(a)</sup>	4.300,00	1,00	4.264,60
		356,40kg						
Redução do lodo da ETEI da painelaria	Boas práticas operacionais	24.279,40kg	24.279,40kg	952,60	139,60 <sup>(a)</sup>	3.000,00	0,10	29.135,20
Redução do tubo de aço no piso elevado	Matéria-prima	3.096,79kg	3.096,79kg	135,40	19,40 <sup>(a)</sup>	–	–	8.361,00
Redução da chapa de aço no piso elevado	Matéria-prima e tecnologia	6.098,40kg	6.098,40kg	266,60	38,20 <sup>(a)</sup>	14.500,00	1,17	12.653,51 <sup>(b)</sup>
Redução de massa de cimento lançada na ETEI do piso elevado	Tecnologia	40.320,00kg	40.320,00kg	1.763,00	252,40 <sup>(a)</sup>	21.651,00	1,62	14.920,97 <sup>(b)</sup>
<b>Total Geral</b>		200.000,00L	200.000,00L	15.165,00	5.556,00 + 2.170,00 <sup>(a)</sup>	60.451,00	–	171.667,63
		381.414,00kg	374.274,88kg					

(a) Refere-se ao número de árvores que seriam plantadas proporcional à quantidade de CO<sub>2</sub>-eq. emitida reduzida, caso esta quantidade não tivesse sido evitada.

(b) Os valores constam do saldo verificado para o segundo ano do fluxo de caixa incremental constante na planilha de análise de investimento, referentes às respectivas oportunidades de

# CAPÍTULO 6

## CONSIDERAÇÕES FINAS E CONCLUSÕES

---

Observa-se, cada vez mais, que as ferramentas ou técnicas de prevenção de geração de resíduos, efluentes e emissões nas fontes geradoras, como a metodologia da P+L, serão prestigiadas, não somente em função do aumento da consciência ambiental da sociedade mundial como um todo, mas, sobretudo, em função da crescente demanda sobre os recursos naturais finitos, exercidos pelas corporações dos diversos países e, conseqüentemente, do aumento dos custos de aquisição de materiais e de água consumidos, assim como, de destinação de efluentes e resíduos gerados.

Conforme determina a metodologia da P+L, pode-se considerar que o desenvolvimento da metodologia de P+L, na empresa em estudo – Mod Line Soluções Corporativas Ltda –, e a implementação das nove oportunidades de P+L foram “casos de sucesso”, com os quais foram obtidos benefícios ambientais e econômicos significativos, como também contribuíram para melhorar a saúde ocupacional e a segurança ambiental das instalações industriais.

Assim sendo, projetando-se os resultados para todo o ano de 2010, baseado na implementação das oportunidades de P+L nos setores da painelaria e do piso elevado, alcançou-se na Mod Line Ltda uma economia próxima de R\$ 172.000,00 – para um investimento previsto em torno de R\$ 60.000,00 –, reduziu-se o consumo em aproximadamente 381.000,00 kg de matérias-primas e 200.000,00 L de água, reduziu-se a geração de resíduos sólidos em cerca de 374.000,00 kg e de efluentes líquidos em torno de 200.000,00 L e, ainda, como benefício indireto obtido, reduziu-se as emissões de gases de efeito estufa, estimadas em 15.165,00 kg de CO<sub>2</sub>-equivalente.

Aumentou-se sensivelmente, do início deste trabalho de dissertação até o presente momento – decorridos quase um ano e meio –, o nível de conscientização ambiental dos empregados dos setores onde o desenvolvimento da metodologia de P+L se deu por completo e, principalmente, da Alta Direção da empresa. Apenas para ilustrar essa afirmação, foi estabelecido na empresa um setor para o desenvolvimento do programa de P+L e de tomada das providências necessárias relacionadas à área ambiental, foi iniciado

processo de certificação ambiental de alguns produtos (certificação da cadeia de custódia FSC<sup>18</sup>) que empregam madeira como matéria-prima para a sua constituição, além da Alta Direção se mostrar, sempre que possível, disposta a implantar e a investir em melhorias ambientais voluntárias na empresa como um todo.

Cabe destacar, com relação à economia no consumo de água e à redução na geração de efluentes obtida na painelaria, que se passou de uma situação na qual uma ETEI – não muito eficiente é verdade – consumia produtos químicos para o tratamento desse efluente e necessitava de uma capacidade de armazenamento de 8000,00 L, para uma ETEI com capacidade de 3.000,00 L, para um funcionamento onde não mais se consumia produtos químicos, pois, como descrito anteriormente, foi verificado não ser mais necessário o tratamento do efluente para o seu reuso. Poder-se-ia, inclusive, como proposta de trabalho futuro, estudar o uso ainda mais eficiente da água, o que redundaria em uma diminuição na capacidade de armazenamento dos tanques da ETEI e, conseqüentemente, ampliar o espaço físico no setor.

Com relação aos cinco elementos de processo (mudança no produto, mudança em matéria-prima, mudança tecnológica, boas práticas operacionais e reuso no local, conforme destacado na Figura 2.4), que foram analisados durante a identificação de oportunidades de P+L, verificou-se que apenas o elemento *mudança no produto* não foi utilizado na implementação de uma das nove oportunidades de P+L selecionadas, conforme destacado na planilha apresentada no Quadro 6.1. Pode-se inferir que os outros quatro elementos de processo são mais facilmente passíveis de intervenções, quando da implementação de oportunidades de P+L, que o elemento *mudança no produto*. Como proposta de trabalho futuro, poder-se-ia estudar a melhor forma de abordar esses cinco elementos, envolvidos com a identificação de oportunidades de P+L, por tipologia e porte de empresas, bem como as barreiras à sua utilização.

---

<sup>18</sup> Aplica-se aos produtores/fabricantes que processam matéria-prima de floresta certificada. As serrarias, os fabricantes e os *designers*, que desejam utilizar o selo FSC no seu produto precisam obter o certificado para garantir a rastreabilidade que integra a cadeia produtiva, desde a floresta até o produto final (FSC, 2010).

**Quadro 6.1. – Planilha demonstrativa das oportunidades estudadas *versus* elementos de processo produtivo envolvidos**

Oportunidades de P+L	Elementos do processo produtivo envolvidos nas oportunidades de P+L				
	Mudança em matéria-prima	Mudança tecnológica	Boas práticas operacionais	Reuso no local	Mudança no produto
Redução do tamanho do papelão ondulado	sim				
Redução do tarugo da bobina de plástico encolhível			sim	sim	
Redução da fita plástica rígida na embalagem de painéis e portas		sim		sim	
Redução da sobra de madeira de pinus na multilâmina e traçador	Sim	sim		sim	
Redução da água gasta na painelaria		sim	sim	sim	
Redução do lodo da ETEI da painelaria			sim		
Redução do tubo de aço no piso elevado	sim				
Redução da chapa de aço no piso elevado	sim	sim			
Redução da massa mista de cimento lançada na ETEI do piso elevado		sim			

Observou-se que um elemento importantíssimo para a obtenção de sucesso na implantação de programas de P+L é a escolha prévia de um indicador adequado de consumo de material / água ou de geração de resíduo / efluente, por produto produzido, com o qual se irá monitorar a eficácia de uma oportunidade de P+L, não só por ser através desse índice que se terá idéia de “como as coisas estão funcionando realmente”, após a implementação de uma opção de P+L, mas por ser essa uma excelente forma de “motivação” para os empregados aderirem às causas ambientais da empresa, e à própria metodologia da P+L. Neste trabalho verificou-se que foi, principalmente, após a adoção das planilhas indicadoras de geração e de consumo (de geração de lodo na ETEI e de consumo de água da painelaria) e o acompanhamento mensal dos resultados nelas registrados, que a adesão dos empregados e do encarregado do setor às boas práticas de produção adotadas nessas oportunidades de P+L (*oportunidade de redução da água utilizada na painelaria e oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria*), ocorreu com maior desenvoltura, demonstrando que a barreira da “*falta de uma cultura*

*focalizada na gestão da qualidade e na gestão ambiental por parte da empresa*” ainda continuava latente na empresa.

Observou-se, também, ao longo do desenvolvimento do trabalho, que parte considerável das barreiras encontradas durante a implantação da metodologia da P+L na Mod Line Ltda são comuns às barreiras descritas na literatura disponível como, por exemplo, as relatadas no Capítulo 2, que fazem parte do texto “*Demonstrating Cleaner Production in SMEs in India*” do projeto “*DESIRE*”, que destaca as barreiras encontradas em empresas de pequeno e médio porte da Índia, ou em trabalho semelhante, realizado na China, intitulado “*Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders’ perspectives*” (SHI *et al.*, 2008), ou mesmo, em artigo que descreve seis estudos de caso relacionando as barreiras à implementação da P+L em grandes fábricas produtoras de zinco, ferro/aço e alumínio primário, intitulado “*Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry*” (MOORS *et al.*, 2005).

Observa-se que, apesar da ocorrência dessas possíveis barreiras à implantação da metodologia de P+L, elas não são intransponíveis, obtendo-se sucesso em programas de P+L em diferentes tipologias produtivas e em distintas regiões e países, como o descrito neste trabalho e, também, citados na vasta literatura disponível referente a estudos de caso e trabalhos de implantação de P+L em empresas, ou mesmo em relatos de casos de opções P+L identificadas e implantadas isoladamente, divulgados em sítios da internet que abordam o assunto, o que confirma a viabilidade da adoção da metodologia da P+L pelas empresas em geral. A seguir, destacam-se alguns exemplos de sucesso na aplicação da metodologia de P+L.

Segundo Kist e outros (2009), em seu estudo de caso da implantação da metodologia da P+L em um abatedouro de aves no Vale do Taquari, no Estado do Rio Grande do Sul, com o intuito de conseguirem racionalizar o uso da água nesse tipo de empresa, conseguiu-se uma economia de 13 % no consumo de água, através da implantação de oportunidades identificadas de P+L, como a normalização dos procedimentos da limpeza em todos os turnos de trabalho e a instalação de hidrômetros.

Segundo revela o artigo de Kjaerheim (2005), a implantação da metodologia do modelo Norueguês de P+L – trabalho desenvolvido pelo Instituto de Proteção Ambiental (IEP – Institute for Environmental Protection) da Fundação de Pesquisa *Oestfold* –, realizada nos últimos doze anos em países como Polônia, Repúblicas Tcheca e Eslovaca, Rússia, China, Indonésia e Uganda, com o apoio financeiro do Governo Norueguês, tem

demonstrado impressionantes resultados com respeito à melhoria na utilização de materiais, diminuição no consumo de energia e na emissão de poluentes para a água, ar e solo.

Na década de 1980, em função da ocorrência de uma grande depleção de oxigênio no seu litoral, a Agência de Proteção Ambiental Dinamarquesa determinou que todas as indústrias de transformação pesqueiras implantassem estações de tratamento para as águas residuais geradas em seus processos produtivos, adotando como limites de emissão os mesmos utilizados para lançamento de esgoto. Incentivaram prioritariamente, nessa mesma época, previamente à instalação dessas estações, a adoção da metodologia da P+L nessas indústrias, a fim de que fosse verificada a real necessidade da implantação das estações de efluentes. Apesar do grande foco no tratamento de águas residuais no final dos anos 1980, as autoridades e empresas convenceram-se que a P+L deveria vir primeiro na indústria de transformação pesqueira. Estudos realizados – com foco principalmente no consumo de água por tonelada produzida e na geração de efluente por tonelada produzida, como também, na concentração desse efluente – com indústrias de transformação pesqueira de médio porte, durante 15 anos, após o início dessas exigências, revelaram que, através da implementação da P+L (principalmente a partir de práticas e procedimentos operacionais simples e de baixo custo, como as oportunidades de boas práticas operacionais) foram alcançados índices de P+L significativamente vantajosos, tanto em relação ao volume consumido de água, quanto ao volume de efluente gerado por tonelada produzida, bem próximos dos valores alcançados pelas empresas líderes do setor, que serviram de referência (THRANE *et al.*, 2009).

Um estudo de caso de quatro anos foi realizado na Fábrica de Álcool Shouguang, no Leste da China. Foram implantadas quatro oportunidades de P+L, levantadas junto a outras fábricas de álcool que possuíam melhores processos e tecnologias de produção. Observou-se, ao final dos quatro anos, um aumento na produtividade e na qualidade do álcool produzido, bem como nos benefícios ambientais e econômicos através da redução na geração de resíduos e de emissões e no uso mais eficiente da água e da energia consumidos (GUO *et al.*, 2006).



## 6.1. – Outras Formas de Utilização da Metodologia da P+L

Neste tópico, será contada uma pequena história, ocorrida na empresa Mod Line Ltda, a fim de se mostrar que outras formas de utilização para a metodologia da P+L podem ser identificadas, além daquelas descritas na bibliografia disponível.

Há cerca de dois meses após o início da implantação da “*oportunidade de redução do lodo da ETEI da painelaria*”, ocorreu um problema (uma não conformidade) com os painéis e portas produzidos. As chapas Duratex utilizadas nos produtos, após colagem, prensagem e retirada das prensas, apresentavam-se onduladas. Durante dois dias, com base no método da tentativa e erro, o encarregado do setor usou, em vão, sua experiência para solucionar o problema, alterando a formulação da cola, o tempo de prensagem, entre outros testes que realizou. Sempre que ocorria um problema desse tipo, após várias tentativas, e de muita cola jogada fora e descartada na estação de tratamento, a solução aparecia na forma de uma nova formulação para a cola. Nossa presença foi solicitada a fim de que pudéssemos auxiliar na solução do problema, ocasião em que, inclusive, levantou-se a hipótese, sem nenhum fundamento, de que o problema da ondulação poderia estar relacionado às intervenções feitas na cozinha de cola e aos novos procedimentos adotados, durante a implantação da oportunidade de P+L citada. Como o encarregado não tinha ainda consultado as folhas de qualidade utilizadas e preenchidas, desde o início da implantação dessa oportunidade de P+L, elas foram, então, analisadas. Observou-se, nas anotações, que nenhum dos parâmetros técnicos pré-estabelecidos, envolvidos com a qualidade da cola e do processo de colagem, estava em desacordo com o estipulado para a obtenção de uma colagem ideal, bem como, que o responsável pela mistura tinha seguido, à risca, o procedimento operacional definido. Garantiu-se, então, que o problema não poderia ser com a cola. Somente a partir dessa garantia é que se voltou o olhar para outras possibilidades, identificando-se a causa da ondulação, por fim, em uma não conformidade das chapas Duratex (defeito de fabricação), causa esta inédita na história da empresa (quase vinte e cinco anos produzindo painéis e portas). Nas palavras do encarregado: “*Se não tivéssemos estas folhas de controle aqui demoraríamos muito mais para saber que o problema era nas chapas. A gente sempre teve problema com a cola*”.

Assim, pode-se concluir que a partir da implantação de “boas práticas operacionais” em um processo produtivo (treinamento de empregados, padronização de processos e procedimentos, contabilização dos materiais e água gastos e dos resíduos e efluentes gerados, entre outros), identificadas como uma oportunidade de P+L, pode-se obter, além

dos benefícios econômicos e ambientais tangíveis, uma considerável redução (intangível) no risco de ocorrência de perdas de materiais e de água, em função do maior controle sobre os processos produtivos que passa a existir.

Uma outra maneira encontrada de se vislumbrar a utilização da metodologia da P+L (não encontrada em nenhuma outra fonte de estudos de caso de sucesso ou de cartilhas/manuais/ guias de implementação da metodologia consultados durante o desenvolvimento deste trabalho) seria para a definição e a utilização de índices de geração de resíduos para um determinado equipamento (por meio da elaboração de uma planilha, por exemplo), o qual poderia ser utilizado pelo pessoal da manutenção, e que funcionaria como um parâmetro para definir o momento de substituição de determinada peça de máquina ou equipamento, indicando a periodicidade de manutenção da mesma. Durante o trabalho, verificou-se que a geração de raspa de cola – resíduo resultante da limpeza da coladeira – era inerente ao processo de funcionamento da coladeira, com geração crescente, e diretamente relacionada ao desgaste contínuo dos esbarros dos rolos dessa máquina. Propôs-se, então, a planilha – *Índice da Quantidade Desperdiçada de Cola Seca na Coladeira por Metro Quadrado Colado de Painéis/Portas (g / m<sup>2</sup>)* –, anexo XXXVII. Como parâmetro de referência, foi definido o valor de 2,50 g / m<sup>2</sup>, o qual determina a quantidade gerada de resíduo no equipamento por metro quadrado colado de painéis e portas, acima do qual deverá ser efetuada a substituição das peças (esbarros), obtendo-se, assim, melhor relação custo-benefício na troca, ou seja, benefícios econômicos e ambientais. Antes da utilização dessa planilha, a troca dos esbarros era programada pela área de manutenção, de seis em seis meses, gerando, nos últimos meses anteriores à sua substituição, uma quantidade absurda de resíduo nesse equipamento, ou seja, prejuízos econômicos e ambientais.

Por último, uma outra forma de utilização que pode ser dada às práticas de P+L, quando ela for desenvolvida com a elaboração e a utilização de balanço de material de todas as unidades produtivas envolvidas na produção de um determinado produto – o qual poderá ser elaborado, principalmente, se o produto for resultante de uma produção em linha/série –, é a possibilidade de seu uso para verificação dos custos “reais” de um determinado produto, promovendo uma aferição da planilha de custos em uso, obtendo-se, assim, um aumento na segurança comercial/econômica em relação aos preços praticados pela empresa. No caso da Mod Line, com relação à produção de painéis e portas, após a elaboração do balanço de material de todo esse setor, a partir dos dados quantitativos coletados disponíveis, fez-se uma atualização das planilhas de custo desses produtos,

verificando-se que alguns itens da planilha de custo que vinha sendo utilizada pela empresa estavam em desacordo com a situação “real” encontrada nesse setor.

## **6.2. – Propostas para se Obter Mais Adesão e Sucesso com a Metodologia da P+L**

Refletiu-se sobre possíveis formas para se conseguir maior adesão das empresas aos programas de P+L, o que resultaria em ganhos não somente para os empreendedores, mas, também, para a sociedade como um todo, vislumbrando a redução do consumo de recursos naturais e a minização dos impactos ambientais decorrentes da geração da poluição nos processos produtivos.

Uma dessas possibilidades, que aparentemente aumentaria substancialmente as chances de sucesso da adoção de programas de P+L por parte das empresas, seria o desenvolvimento de uma maneira de essas empresas poderem comunicar a seus consumidores, e aos outros atores envolvidos com sua cadeia produtiva, que estão envolvidas em programas voluntários de P+L e dos benefícios deles alcançados.

Durante a elaboração, pelo PNUMA e pela UNIDO, da metodologia P+L e do desenvolvimento dos programas de disseminação da metodologia pelo mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, não se previu a elaboração de um “selo P+L” a ser usado pelas empresas adotantes da metodologia, pois a idéia desses programas é que sempre se deverá ter, por trás dos mesmos, um agente financiador (as nações mais ricas ou entidades/organismos estatais ou patronais dos países que os recebem) para a implementação da P+L nas empresas. Acredita-se que a motivação da Alta Direção das empresas em implantar voluntariamente programas desse tipo seria muito maior se houvesse um “selo P+L”.

Outra forma que se propõe para alcançar maior adesão à implantação de programas de tecnologias limpas – entre elas a P+L – pelas empresas, seria a formulação de regulamentos, por parte dos órgãos responsáveis pela normalização e fiscalização ambiental, que contemplassem alguma forma de incentivo às corporações que estivessem envolvidas em programas voluntários de implantação de tecnologias limpas – com foco preventivo – citando-se como exemplo, o aumento no prazo de renovação de suas Licenças de Operação ao invés do habitual, e nem sempre estimulante, comando-e-controle de fim-de-tubo.

Os governos, por meio da adoção de políticas de desenvolvimento econômico sustentáveis, poderiam propor incentivos fiscais visando promover a prevenção da poluição nas empresas. Por exemplo, as empresas que porventura viessem a investir em tecnologias mais limpas, como equipamentos mais eficientes para o processamento dos materiais – e não apenas mais produtivos –, poderiam ter isenção de impostos, ter seus prazos de amortização de investimentos e para a creditação do ICMS recolhido diminuídos, aumentando assim a lucratividade dos investimentos e o próprio interesse das empresas em implantar programas desse tipo.

As entidades de pesquisa e ensino (centros de pesquisa e universidades federais e estaduais, por exemplo) poderiam criar núcleos destinados à pesquisa sobre tecnologias limpas, voltadas para empresas de diversas tipologias, o que possivelmente viria a se tornar fonte de demandas de pesquisas em diversas áreas – ambientais, de gestão, de desenvolvimento de novas tecnologias, de reaproveitamento de resíduos etc –, além de aproximar a academia da realidade das empresas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Piso elevado** – Terminologia. NBR 12.544/1991.

\_\_\_\_\_. **Resíduos sólidos**. NBR 10004/2004.

A CARTA DA TERRA EM AÇÃO. **O que é a carta da terra**. Disponível em: [http://www.cartadaterrabrasil.org/prt/what\\_is.html](http://www.cartadaterrabrasil.org/prt/what_is.html). Acesso em 10 de agosto de 2010.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002. 192p.

AMARAL, S. P. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica nas empresas: como entender, medir e relatar**. 2.ed. São Paulo: Tocalino, 2005. 126p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **De Estocolmo a Joanesburgo**. Disponível em:

<<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Rio10/riomaisdez/index.php.35.html>> Acesso em 05 de maio de 2010.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 342p.

BIERWAGEM, M.Y. **Proteção do consumidor e consumo sustentável**. In: Instituto Brasileiro de Política e Direito do Consumidor – BRASILCON. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.brasilcon.org.br/web/artigos/artigosver.asp?id=9>>. Acesso em 06 junho de 2008.

BLAINEY, G. **Uma breve história do mundo**. São Paulo: Editora Fundamento Educacional, 2008. 341p.

BROWN, L. R. *et al.* **Relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável**. Estado do mundo 2001. Salvador: UMA, 2001. 277p. Disponível em: <<http://www.wwiUma.org.br>>. Acesso em 18 de maio 2010.

CASAROTTO FILHO N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**. 6ª. ed., São Paulo, Atlas, 1994.

CEBDS - CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Produção mais limpa: a rede brasileira**. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmais1-rede-brasileira.asp>>. Acesso em 9 de junho de 2010a.

\_\_\_\_\_. **Passo decisivo em direção à produção mais limpa.** Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/cebds/noticias.asp?ID=69&area=2>>. Acesso em 07 de junho de 2010b.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Sua história.** São Paulo. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/fichas\\_tecnicas.php?lnk=ft\\_papel\\_ondulado.php](http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_papel_ondulado.php)>. Acesso em 01 de dezembro de 2009.

CEPIS - CENTRO DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Apresentação: onde estamos.** Disponível em: <<http://www.cepis.org.br/apresentacao/>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2009.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Produção + limpa: P+L nas empresas.** Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/empresas.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/empresas.asp)>. Acesso em 05 de março de 2010a.

\_\_\_\_\_. **Produção mais limpa: documentos.** Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/documentos.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos.asp)>. Acesso em 13 de janeiro de 2010b.

CETESB; UNEP. **Status report: Cleaner Production in Latin America and The Caribbean.** Paris: UNEP; São Paulo: CETESB, 2002. 68 p.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).** Brasília, 2008. 276p.

CNTL - CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Manual de questões ambientais e Produção Mais Limpa.** Apostila. Porto Alegre, 2001. 132p.

CNTL/SENAIRS – CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS/SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL.RS. **Publicações disponíveis para download: outras publicações.** Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl/>>. Acesso em 12 de maio de 2010.

CPCA - CLEANER PRODUCTION CENTER AUSTRIA, ÖKOPROFIT®. **The idea.** Disponível em: <[http://www.cpc.at/oeko/oe\\_WasIst\\_e.htm](http://www.cpc.at/oeko/oe_WasIst_e.htm)>. Acesso em 12 de maio de 2010.

C2P2 - CANADIAN CENTRE FOR POLLUTION PREVENTION. Disponível em: <<http://www.c2p2online.com/>>. Acesso em 11 de maio 2010.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2008. 196p.

ECO INSPECTOR. **Eco inspector plus.** Disponível em: <<http://www.ecoinspector.ch/new/index.php?layout=leistung>>. Acesso em 20 de outubro de 2009.

ENVIROWISE. **Minimise Waste, maximise profit.** Disponível em: <<http://www.envirowise.gov.uk/>>. Acesso em 12 de maio de 2010.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Índice de produção mais limpa para a indústria de transformação do Estado de Minas Gerais.** Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2009. 99p. (Caderno Técnico).

FIEMG - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <<http://www.fiemg.org.br/Default.aspx?tabid=5670>>. Acesso em 29 de junho de 2010.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://www.fiemg.org.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=20863&TabId=9430&portalid=130&mid=25371>>. Acesso em 10 de dezembro de 2009.

FIESP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Melhore a competitividade com o Sistema de Gestão Ambiental – SGA.** Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. São Paulo: FIESP, 2007. 84p. (Normas e Manuais Técnicos).

FLAVIN, C. *et al.* **Relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável.** Estado do mundo 2002. Salvador: UMA, 2002. 280p. Disponível em: <<http://www.wwi.uma.org.br>>. Acesso em 22 de maio 2010.

FSC – CONSELHO BRASILEIRO DE MANEJO FLORESTAL FSC BRASIL. Disponível em: <<http://www.fsc.org.br/index.cfm>>. Acesso em 06 de junho de 2010.

GUO, H. C.; CHEN, B.; YU, X. L.; HUANG, G. H.; LIU, L.; NIE, X. H. **Assessment of cleaner production options for alcohol industry of China: a study in the Shouguang Alcohol Factory.** Journal of Cleaner Production. Vol.14, n. 1, p. 94-103, 2006.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural: criando a próxima Revolução Industrial.** SP: Cultrix, 1999. 384p.

INSTITUTO AKATU. **Carta da terra: um tratado de esperança.** Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/central/noticias/2010/carta-da-terra-um-tratado-de-esperanca/view>>. Acesso em 12 de maio de 2010a

\_\_\_\_\_. **Em São Paulo pouca água e muito desperdício.** Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/central/noticias/2003/10/296/>>. Acesso em 10 de maio de 2010b

KIST, L. T.; MOUTAQI, S. E.; MACHADO, E. L. **Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale do Taquari, Brasil: a case study.** Journal Cleaner Production. Vol. 17, n. 13, p. 1200-1205, 2009.

KJAERHEIM, G. **Cleaner production and sustainability.** Journal of Cleaner Production. Vol. 13, n. 4, p. 329-339, 2005.

LACERDA, J. S. de.; COUTO, H. T. Z. do.; HIROTA, M. M.; PASISHNYK, N.; POLIZEL, J. L. **Estimativa da biomassa e carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas.** 2009. Disponível em: <<http://cmq.esalq.usp.br/wiki/doku.php?id=publico:metrvm:start>>. Acesso em 10 de agosto de 2010.

LUKEN, R.A.; NAVRATIL, J. **A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centres**. Journal of Cleaner Production. Vol. 12, n. 3, p.195-205, 2004.

MAZZINI, A. L. D. A. **Dicionário educativo de termos ambientais**. 3 ed. Belo Horizonte: A. D. L. Amorim Mazzini. 2006. 536p.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental [COPAM]. **Deliberação Normativa COPAM Nº. 74, de 9 de setembro de 2004**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5532>>. Acesso em 8 de junho de 2008.

MOORS, E. H. M.; MULDER, K. F.; VERGRAGT, P. J. **Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry**. Journal of Cleaner Production. Vol. 13, n. 7, p. 657-668, 2005.

NASCIMENTO, C. A. M. **Meio ambiente – história, desafios e possibilidades**. In: Instituto Brasileiro de Produção Sustentável e Direito Ambiental – IBPS, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.ibps.com.br/index.asp?idnoticia=2580>>. Acesso em 20 de maio de 2008.

NICOLELLA, G.; MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A. **Sistema de gestão ambiental: aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 42p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 39).

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Nosso Futuro Comum – Relatório Brundtland – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998. 430 p.

PLANEJAMENTO – MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO ORÇAMENTO E GESTÃO. **CONCLA – Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <[http://www.cnae.ibge.gov.br/subclasse.asp?TabelaBusca=cnae\\_200@cnae%202.0&codsubclasse=3101-2/00&codclasse=31012&codgrupo=310&CodDivisao=31&CodSecao=C](http://www.cnae.ibge.gov.br/subclasse.asp?TabelaBusca=cnae_200@cnae%202.0&codsubclasse=3101-2/00&codclasse=31012&codgrupo=310&CodDivisao=31&CodSecao=C)>. Acesso em 20 de outubro de 2009.

PNUD.BRASIL – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. BRASIL. **Protocolo de Montreal é marco ambiental**. Nova York, 17 de setembro de 2007. Disponível em: <[http://www.pnud.org.br/meio\\_ambiente/reportagens/index.php?id01=2771&lay=mam](http://www.pnud.org.br/meio_ambiente/reportagens/index.php?id01=2771&lay=mam)>. Acesso em 25 de abril de 2009.

PNUD – PROGRAMA UNDP- HUMAN DEVELOPMENT REPORT. **Millennium Development Goals: A Compact among Nations to End Human Poverty**. New York: Oxford University Press, 2003. 368p.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Perspectivas do meio ambiente mundial - 2002**. GEO 3. Passado, Presente e Futuro. IBAMA/UMA, 2004. 446p.

PONTING, C. **Uma história verde do mundo**. Rio de Janeiro: Civ. Brasileira, 1995. 648p.



PROTOCOLO DE MONTREAL. **O Brasil e o Protocolo de Montreal**. Disponível em: <<http://www.protocolodemontreal.org.br/>>. Acesso em 15 de maio de 2010.

RBPML - REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA. **Publicações**. Disponível em: <<http://www.pmaisl.com.br/publicacoes.asp>>. Acesso em 11 de novembro de 2009.

RENNER, M. *et al.* **Relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável**. Estado do Mundo 2005. Salvador: UMA, 2005. 326p. Disponível em: <<http://www.wwiUma.org.br>>. Acesso em 25 de maio 2010.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Editora Vértice, 1986. 208p.

\_\_\_\_\_. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução de Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel, Fundação do Desenvolvimento Administrativo. 1993. 103p.

SANTOS, M. **Técnica, espaço e tempo. Globalização e meio técnico-científico-informacional**. São Paulo: Hucitec, 1994. 176p.

SENAIRS - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. RS. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003a. 42 p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

\_\_\_\_\_. **Cinco fases da implantação de técnicas de produção mais limpa**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003b. 103p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico ambiental e de processo**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003c. 20 p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

\_\_\_\_\_. **Estudo de viabilidade econômica**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003d. 34 p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

\_\_\_\_\_. **Indicadores Ambientais e de processo**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003e. 103p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

\_\_\_\_\_. **Programa de produção mais limpa; documento geral**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003f. 68 p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

\_\_\_\_\_. **Questões ambientais e produção mais limpa**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003g. 126 p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

SHI, H.; PENG, S. Z.; LIU, Y.; ZHONG, P. **Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives.** Journal of Cleaner Production. Vol. 16, n. 7, p. 842-852, 2008.

SISTEMA FIERGS – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **A produção mais limpa como um fator de desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <[http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs\\_senai\\_uos/senairs\\_uo697/PmaisL%20e%20DS.pdf](http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/PmaisL%20e%20DS.pdf)>. Acesso em 15 março 2010.

SOARES, L. H. de. B.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. **Mitigação das emissões de gases de efeito estufa pelo uso do etanol de cana-de-açúcar produzida no Brasil.** Rio de Janeiro: MAPA, EMBRAPA, 2009. 14p. Disponível em: <[http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/circular\\_tec.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/circular_tec.html)>. Acesso em 12 de janeiro de 2010.

TAYRA, F. **A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente: limites para o desenvolvimento sustentável.** Universidad de Barcelona, Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, vol. VI, nº. 119 (72), 2002. Disponível em <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-72.htm>>. Acesso em 12 de maio de 2010.

TECLIM. **Redes de tecnologias limpas.** Disponível em: <<http://www.teclim.ufba.br/site/apresentacao.php>>. Acesso em 06 de abril de 2010.

THRANE, M.; NIELSEN, E. H.; CHRISTENSEN, P. **Cleaner production in Danish fish processing – experiences, status and possible future strategies.** Journal of Cleaner Production. Vol.17, n. 3, p. 380-390, 2009.

UN - UNITED NATIONS. **United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 overview and full text.** Disponível em: <[http://www.un.org/Depts/los/convention\\_agreements/convention\\_overview\\_convention.htm](http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm)>. Acesso em 13 de maio de 2010.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Sustainable Consumption e Production Branch: understanding resource efficient and cleaner production.** Disponível em: <<http://www.unep.fr/scp/cp/understanding/>>. Acesso em 18 de maio de 2009.

\_\_\_\_\_. **Sustainable Consumption e Production Branch: resource efficient and cleaner production.** Disponível em: <[http://www.unep.fr/scp/cp/unep\\_unido\\_prog.htm](http://www.unep.fr/scp/cp/unep_unido_prog.htm)>. Acesso em 10 de junho de 2010a.

\_\_\_\_\_. **Sustainable Consumption e Production Branch: activities.** Disponível em: <<http://www.unep.fr/scp/cp/activities.htm>>. Acesso em 08 de março de 2010b.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA. **About the Man and the Biosphere (MAB) Programme.** Disponível em: <<http://portal.unesco.org/geography/en/ev.php>>

URL\_ID=8689&URL\_DO=DO\_TOPIC&URL\_SECTION=201.html>. Acesso em 11 de junho de 2010.

UNIDO/UNEP. **Audit and reduction manual for industrial emissions and wastes.** Publication, Technical Report Series N°. 7, primeira edição, 1991. 124p.

UNIDO - UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. **Unido Programme on Cleaner Industrial Production.** In: NGO FORUM ON CLEANER INDUSTRIAL PRODUCTION, 1995. Viena: UNIDO, 1995. 13p.

\_\_\_\_\_. **C P unit – mission statement.** Disponível em: <<http://www.unido.org/index.php?id=7851>>. Acesso em 15 de abril de 2009.

\_\_\_\_\_. **National Cleaner Production Centre – history and overview.** Disponível em: <<http://www.unido.org/index.php?id=o5140>>. Acesso em 10 de junho de 2010.

USEPA - U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Laws and EOs that Influence Environmental Protection.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/lawsregs/laws/index.html#sdwa>>. Acesso em 05 de maio de 2010a.

\_\_\_\_\_. **Pollution prevention home: P2 Resource Exchange.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/p2/pubs/p2rx.html>>. Acesso em: 04 de maio de 2010b.

\_\_\_\_\_. **Region 2 pollution prevention (P2): waste minimization resources and programs.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/Region2/p2/wastemin.htm>>. Acesso em: 04 de maio de 2010c.

WBCSD - WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **History of the WBCSD.** Disponível em: <<http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD2/layout.asp?type=p&MenuId=NDEx&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>>. Acesso em 06 de junho de 2010.

WBCSD; UNEP. **Cleaner production and Ecoefficiency: complementary approaches to sustainable development.** Geneva-Switzerland: World Business Council for Sustainable Development, 1998. 12p. (Informativo).

WENTZ, C. **Hazardous waste management.** Mc Graw-Hil, 1989. 560p.

WWF - WORLD WILDLIFE FUND. **Who is WWF?** Disponível em: <[http://wwf.panda.org/who\\_we\\_are/](http://wwf.panda.org/who_we_are/)>. Acesso em 05 de maio de 2010.

## **ANEXOS**

## ANEXO I – Tabela 1: Lista de Checagem para Planejamento e Organização

**Tabela 1: Lista de Checagem para Planejamento e Organização**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. A gerência está comprometida com a P+L?			
2. Você esclareceu durante quais passos será necessário o envolvimento da gerência?			
3. A empresa editou uma declaração de política ambiental mostrando que apóia iniciativas de P+L?			
4. Foram alocados recursos humanos e financeiros para a avaliação de P+L?			
5. As tarefas e responsabilidades foram divididas entre os membros da equipe de trabalho?			
6. Você analisou as práticas atuais da empresa?			
7. Você informou aos funcionários sobre a implantação de P+L?			
8. Foram estabelecidas as metas de P+L de curto prazo?			
9. Foram estabelecidas as metas de P+L de longo prazo?			
10. Você desenvolveu um plano e uma programação para avaliação de P+L?			
11. Você identificou barreiras para P+L em sua empresa?			
12. Você tem sido capaz de superar essas barreiras?			

Fonte: SENAI. RS (2003)

**ANEXO II – Tabela 2: Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

---

**Tabela 2: Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

<b>A – QUESTÕES GERAIS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO É RELEVANTE</b>
1. Você está bem informado sobre os conceitos de P+L?			
2. Há alguém na empresa responsável pelos assuntos ambientais?			
3. Sua empresa sujeita-se aos regulamentos ambientais?			
4. O meio ambiente tem alta prioridade em sua empresa?			
5. Sua empresa tem investido em medidas ambientais?			
6. Sua empresa tem boa reputação na comunidade local?			
7. Sua empresa tem um plano comercial estratégico de longo prazo (mais de dois anos)?			

Fonte: SENAIRS (2003, a1)

### ANEXO III – Tabela 3. Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa

**Tabela 3: Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

<b>B – QUESTÕES ESPECÍFICAS PARA O PLANO DE OPERAÇÕES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO É RELEVANTE</b>
1. Os funcionários e a gerência estão desenvolvendo um programa para promover P+L?			
2. Vocês estão reciclando todos os resíduos que conseguem?			
3. Você conhece a quantidade de resíduos e emissões produzidas em cada processo e unidade de operação em sua empresa?			
4. Você mantém limpo e organizado o piso de seu posto de trabalho, para assim rastrear o manuseio do material e as operações do processo?			
5. Você regularmente usa serviços de reciclagem fora da empresa?			
6. Você verificou se as matérias-primas utilizadas nas correntes de resíduos e emissões podem ser reusadas ou recicladas?			
7. Você separa correntes de resíduos do processo?			
8. Seus funcionários conhecem os processos que geram resíduos e emissões?			
9. Seu plano de operações inclui avaliações periódicas de P+L?			
10. Você pede Folhas de Dados de Segurança de Materiais ( <i>MSDSs – Material Safety Data Sheets</i> ) para avaliar as matérias-primas antes da compra para assegurar-se que está usando os materiais menos tóxicos?			
11. Você delimita seu estoque para evitar possíveis derramamentos, evitar compras em quantidades excessivamente elevadas e outros resíduos?			
12. Você solicita informações sobre o tipo e quantidade de resíduos e emissões gerados pelos equipamentos que planeja comprar?			
13. Suas decisões de compra incluem provisões para inspeção de remessas antes da aceitação, para assegurar-se que não estejam vazando ou danificados de qualquer outra forma?			
14. Você tenta o intercâmbio de resíduos com outras empresas?			
15. O sistema contra incêndios consegue atender emergências de grande porte envolvendo os materiais químicos e perigosos que a empresa utiliza?			
16. Suas áreas de armazenamento são projetadas para minimizar danos causados por terremotos, controlar derramamentos e outros desastres?			
17. Todos os seus funcionários são treinados sobre como agir em caso de incidentes com materiais perigosos?			
18. É política da empresa promover treinamento e desenvolvimento de funcionários na área de P+L?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a2)

**ANEXO IV – Tabela 4. Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

---

**Tabela 4: Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

<b>C – QUESTÕES ESPECÍFICAS PARA O PLANO FINANCEIRO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO É RELEVANTE</b>
1. Você considera o custo da disposição de resíduos quando realiza declarações de lucros e perdas?			
2. Você conhece os custos da produção de resíduos e emissões associados aos vários processos de sua empresa? Em caso afirmativo, você “debita” esses custos diariamente ao processo quando estabelece os preços?			

Fonte: SENAIRS (2003, a1)



**ANEXO V – Tabela 5. lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

**Tabela 5: Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

<b>D – QUESTÕES ESPECÍFICAS DO ARQUIVO DE DADOS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO É RELEVANTE</b>
1. Você arquiva os dados sobre a quantidade de matérias-primas utilizadas em cada processo a fim de monitorar a eficiência dos processos?			
2. Você adota controles sobre os tipos e quantidades de resíduos e emissões gerados por sua empresa de modo que possa sinalizar como alvo às áreas para P+L?			
3. Você mantém Folhas de Dados de Segurança de Materiais (MSDS) sobre os materiais usados em sua empresa que possam ajudar na identificação de possíveis correntes de resíduos e emissões?			
4. Você mantém políticas escritas para documentar os procedimentos padrões das operações na planta?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO VI – Tabela 6. Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

---

**Tabela 6: Lista de Avaliação dos Procedimentos da Empresa**

<b>E – QUESTÕES ESPECÍFICAS DO PLANO DE MARKETING</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO É RELEVANTE</b>
1. Você e seus funcionários reconhecem a importância do gerenciamento adequado dos materiais perigosos e da P+L?			
2. Suas estratégias de marketing incorporam a imagem pública positiva relacionada à P+L?			
3. Você divulga os esforços de sua empresa para redução de Resíduos e emissões?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO VII – Tabela 7. Lista de Checagem para a Pré-Avaliação**

**Tabela 7: Lista de Verificação para a Pré-Avaliação**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Você coletou informações sobre a empresa e seus processos?			
2. Você identificou fontes de informação fora da empresa?			
3. Todos os membros da Equipe de Trabalho estavam engajados na visita por toda a empresa?			
4. Você documentou as descobertas e resultados da visita?			
5. Você desenvolveu um fluxograma do processo?			
6. Foram realizadas ações para instalar um sistema de monitoramento e análise que permita uma comparação do “antes e depois” das oportunidades de P+L?			
7. Foram implementadas oportunidades óbvias de P+L de baixo custo?			
8. Você preparou folhas “antes e depois” para estas oportunidades?			
9. Você calculou o período de retorno para estas oportunidades?			
10. Foi estabelecido o foco para avaliação de P+L?			
11. Você avaliou e aperfeiçoou os objetivos de P+L?			
12. Você ajustou o planejamento e o cronograma para a implantação da P+L?			
13. Você informou à gerência e aos funcionários sobre o progresso da implantação da P+L?			
14. Você mudou a composição da equipe de P+L em antecipação aos passos seguintes?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO VIII – Tabela 8. Folha Resumo da Situação Ambiental da Empresa**

**Tabela 8: Folha Resumo da Situação Ambiental da Empresa**

<b>LICENCIAMENTO AMBIENTAL</b>			
<b>Observar as peculiaridades do licenciamento ambiental em cada Estado da Federação, visto as diferenças existentes entre os órgãos ambientais estaduais.</b>			
Licenças*	Número da licença	Vencimento	
* Utilizar a terminologia preconizada pelo órgão Estadual responsável pelo licenciamento; especificar a finalidade da licença (ampliação, implantação, substituição de processos e outros)			
Observações:			
<b>LICENCIAMENTO AMBIENTAL</b>			
<b>Observar as peculiaridades do licenciamento ambiental em cada Estado da Federação, visto as diferenças existentes entre os órgãos ambientais estaduais.</b>			
Licenças*	Número da licença	Vencimento	
* Utilizar a terminologia preconizada pelo órgão Estadual responsável pelo licenciamento; especificar a finalidade da licença (ampliação, implantação, substituição de processos e outros)			
Observações:			
<b>REVISÃO DE TEMAS LEGAIS</b>			
Tema	É aplicado nesta empresa?	A empresa está adequada?	Evidências

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO IX – Tabela 9. Lista de Verificação para a Avaliação**

**Tabela 9: Lista de Verificação para a Avaliação**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Você gerou balanços de material para todas as unidades de operação que estão no foco da avaliação?			
2. Você atribuiu custos aos elementos dos balanços de material?			
3. Você realçou as causas e fontes dos resíduos e emissões e das perdas de energia dos balanços de material?			
4. Você entende as causas da geração de resíduos e emissões e das perdas de energia em sua empresa?			
5. Você coletou e documentou as informações sobre oportunidades de P+L?			
6. Você conduziu uma sessão de explosão de idéias?			
7. Todas as oportunidades identificadas de P+L estão documentadas?			
8. Você ordenou as oportunidades?			
9. Você priorizou as oportunidades considerando sua disponibilidade, conveniência, efeito ambiental e efeito econômico?			
10. Você implementou oportunidades obviamente praticáveis de baixo custo?			
11. Você preparou folhas de “antes e depois” para estas oportunidades e determinou o período de retorno?			
12. Você avaliou e aperfeiçoou os objetivos de P+L?			
13. Você ajustou o planejamento e o cronograma para a avaliação?			
14. Você informou à gerência e aos funcionários sobre o progresso da implantação de P+L?			
15. Você ajustou a composição da equipe do projeto antecipadamente às necessidades dos passos seguintes?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO X – Tabela 10. Lista de Verificação para o Estudo de Viabilidade**

**Tabela 10: Lista de Verificação para o Estudo de Viabilidade**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Você conduziu uma avaliação técnica para as oportunidades priorizadas?			
2. Você conduziu uma avaliação econômica para as oportunidades priorizadas?			
3. Você conduziu uma avaliação ambiental para as oportunidades priorizadas?			
4. Você determinou que treinamentos são necessários aos funcionários para implementação bem sucedida das oportunidades selecionadas?			
5. Você tem consciência das barreiras para a implementação das oportunidades de P+L que podem ser encontradas no local de trabalho?			
6. Você tomou medidas para facilitar a implementação dessas oportunidades, tais como workshops, encontros, instruções resumidas, etc.			
7. Você documentou as oportunidades viáveis que foram selecionadas para implementação?			
8. Você documentou as oportunidades não viáveis?			
9. Você ajustou o planejamento e o cronograma para a implantação de P+L?			
10. Você informou à gerência e aos funcionários sobre o progresso da implantação de P+L?			
11. Você preparou folhas de “antes e depois” para a fase de implementação?			
12. Com base na situação esperada do antes e depois, você calculou o período esperado para o retorno?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO XI – Tabela 11. Avaliação Técnica**

**Tabela 11: Avaliação técnica**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Você determinou se outras empresas já têm experiências sobre a oportunidade a ser implantada?			
2. Essa oportunidade manterá a qualidade do produto?			
3. Essa oportunidade afetará adversamente a produção?			
4. Essa oportunidade requererá pessoal adicional?			
5. Os operários serão capazes de realizar o processo com a oportunidade implementada?			
6. É necessário treinamento extra dos operários?			
7. Você tem certeza de que essa oportunidade gerará menos resíduos?			
8. Você tem certeza de que essa oportunidade simplesmente não transferirá os problemas de resíduos de um meio para outro (por exemplo, de resíduos sólidos para emissões atmosféricas)?			
9. O layout e design de sua planta são capazes de incorporar essa oportunidade?			
10. O fornecedor garantirá essa oportunidade?			
11. Você verificou se essa oportunidade melhorará ou manterá a segurança e a saúde dos operários?			
12. Essa oportunidade reduz os resíduos em sua fonte?			
13. Os materiais e peças são rapidamente disponíveis?			
14. Essa oportunidade pode entrar facilmente em serviço?			
15. Essa oportunidade promove reciclagem?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

ANEXO XII – Tabela 12. Avaliação Econômica

Tabela 12: Avaliação Econômica

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Esta oportunidade reduz sua despesa com matérias-primas?			
2. Esta oportunidade reduz seus custos com utilitários?			
3. Esta oportunidade reduz os custos com armazenagem de materiais e resíduos?			
4. Esta oportunidade reduz os custos com conformidade aos regulamentos?			
5. Esta oportunidade reduzirá os custos associados a acidentes de trabalho e/ou a doenças profissionais?			
6. Esta oportunidade reduzirá seus prêmios de seguro?			
7. Esta oportunidade reduzirá seus custos com disposição de resíduos?			
8. Esta oportunidade tem um período aceitável para retorno do investimento?			
9. Esta oportunidade está dentro de seu limite de preços (considere o capital e as operações em andamento)?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)



**ANEXO XIII – Tabela 13. Avaliação Ambiental**

**Tabela 13: Avaliação Ambiental**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. A oportunidade reduz a toxicidade e volume de seus resíduos sólidos e lodos?			
2. A oportunidade reduz a toxicidade e volume de sua água residual?			
3. A oportunidade reduz a toxicidade e volume de suas emissões gasosas?			
4. A oportunidade melhora as condições de saúde e a segurança no chão de fábrica?			
5. A oportunidade reduz o uso de matérias-primas (por produto)?			
6. A oportunidade reduz o uso de auxiliares (por produto)?			
7. A oportunidade reduz o uso de energia (por produto)?			
8. A oportunidade cria novos impactos ambientais?			
9. A oportunidade aumenta a possibilidade de reciclagem das correntes de resíduos?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

Tabela 14: Parâmetros do Impacto Ambiental de um Material

<u>Parâmetros do Impacto Ambiental de um Material</u>
1) Substâncias perigosas e substâncias controladas.
2) Substâncias voláteis: <ul style="list-style-type: none"><li>- hidróxidos de carbono clorados: clorofórmios, CFCs, etc.</li><li>- hidróxidos de carbono aromáticos: benzina, estireno, xilênio, etc.</li><li>- hidróxidos de carbono alifáticos: pentano, hexano, hapteno, etc.</li></ul>
3) Valor Limite Limiar ou Máximo de concentração Permitida.
4) DL50 = a dose de uma substância letal para cinquenta por cento de uma população-teste.
5) Nível de Não-Efeito = maior concentração ou quantidade de um produto químico encontrado por teste ou observação que não causa efeitos adversos detectáveis em uma população-teste (efeitos crônicos).
6) Biodegradabilidade.
7) Demanda Biológica de Oxigênio = quantidade de oxigênio requerida para oxidação bioquímica de substâncias orgânicas.
8) Demanda Química de Oxigênio = quantidade de oxigênio requerida para oxidação química de substâncias orgânicas.
9) Substâncias que causam a destruição do ozônio: CFCs, halons, etc.

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO XV – Tabela 15. Lista de Verificação para a Fase de Implementação**

**Tabela 15: Lista de Verificação para a Fase de Implementação**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Todas as oportunidades selecionadas de P+L estão implementadas?			
2. Você está monitorando e avaliando regularmente o desempenho das oportunidades implementadas?			
3. Você fez uma comparação real do antes da implementação e o depois da implementação?			
4. Você conhece os períodos verdadeiros de retorno das oportunidades implementadas?			
5. Você avaliou a implementação de P+L e os objetivos de P+L?			
6. Você desenvolveu um plano de atividades que promovam a manutenção do programa de P+L?			
7. Os recursos humanos e financeiros para as atividades que mantenham o programa de P+L estão assegurados?			
8. Você definiu uma data para o prosseguimento de uma implantação de P+L?			
9. Você arquivou todas as informações relevantes usadas durante a implementação de P+L?			
10. Você preparou um relatório descrevendo como sua empresa conduziu a implantação da P+L?			
11. Você divulgou os resultados da implementação de P+L?			
12. Você informou a gerência e os funcionários sobre o progresso da implementação de P+L?			

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO XVI – Tabela 16. Folha de Avaliação da Implementação da P+L**

**Tabela 16: Folha de Avaliação da Implementação da P+L**

QUESTIONAMENTOS	SIM	NÃO
1. Todas as oportunidades de P+L foram implementadas? Se NÃO, liste as oportunidades que ainda não foram implementadas e quais as razões:		
2. A P+L mantêm-se uma prioridade para a gerência e empregados da empresa?		
3. As responsabilidades e tarefas para a P+L foram divididas? Descreva:		
4. Suas oportunidades de P+L reduziram os custos através de:		
Redução dos custos de matérias-primas?		
Economias em equipamentos de fim-de-tubo?		
Custos com conformidade reduzidos?		
Custos com disposição reduzidos?		
Saúde e segurança melhoradas?		
Outros		
5. Faça a comparação de antes da implementação e após a implementação preenchendo a folha de trabalho – Comparação do Antes e Depois. Qual foi a eficácia das oportunidades de P+L? Por exemplo, que benefícios mensuráveis e que benefícios intangíveis são identificados? Descreva:		

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

**ANEXO XVII – Tabela 17: Comparação do “Antes e Depois” da Implantação de Opção de P+L**

**Tabela 17: Comparação entre “o Antes e o Depois” da Implantação de P+L**

	<b>Item</b>	<b>Preço por unidade (P)</b>	<b>Índice antes da implementação (A)</b>	<b>Índice após a implementação (B)</b>	<b>Benefícios incrementais (B-A)*P</b>
<b>E N T R A D A S</b>	<b>Materiais</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Energia</b>				
	Eletricidade				
	Vapor				
	<b>Utilitários</b>				
	Água				
	<b>Trabalho</b>				
Operação					
Manutenção					
Supervisão					
<b>Outros</b>					
<b>S A Í D A S</b>	<b>Produto</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Subproduto</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Resíduos Sólidos</b>				
	1.				
2.					
3.					
<b>Efluentes Líquidos</b>					
1					

Fonte: SENAI.RS (2003, a1)

ANEXO XVIII – Tabela 18. Ficha do Plano de Monitoramento

**Tabela 18: Ficha do Plano de Monitoramento**

**Metodologia utilizada para realizar as medições**

**Determinação dos recursos necessários**

**Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados**

PARÂMETRO	FREQUÊNCIA	PERÍODO

**Responsável pela coleta dos dados:**

Cargo:

Data:

Fonte: SENAI.RS (2003, a5)

## ANEXO XIX – Slides de Apresentação de Sensibilização dos Empregados da Empresa



1



2



3



4

Estes 3 desperdícios somados representam 3% do PIB brasileiro. (prof. José Abrantes / UERJ)

5

PIB(2008) = 2,890 trilhões de reais  
3% = 86,00 bilhões de reais

6

O que se poderia comprar com este valor:

- 4.500.000 casas populares (55 m<sup>2</sup>) / ano
- 3.100.000 carros populares (zero Km) / ano
- Distribuir ao ano no Brasil 500,00/ habitante / ano

7



8

Muitas vezes o desperdício vira lixo, e o lixo mais a falta de consciência viram poluição.

9



10



11



12



13



14

Estima-se que no setor industrial brasileiro nós tenhamos um desperdício em torno de 20% do que é produzido.

15

Produção mais Limpa

16

**Conceito**  
Trabalho de gerenciamento ambiental para aumentar o uso eficiente dos materiais, água e energia, usados durante a produção, procurando não gerar, diminuir a geração ou reciclar os poluentes que forem gerados.

17

**Conceito**  
É contínuo, preventivo e integrado trazendo benefícios para o meio ambiente, a empresa, os funcionários e todos que se relacionam com ela.

18

## ANEXO XIX – Slides de Apresentação de Sensibilização dos Empregados da Empresa

### Objetivos

- Usar da melhor forma os materiais, água e energia não os desperdiçando.
- Produzir em conformidade com a legislação ambiental.
- Reduzir os impactos ambientais através da diminuição da geração de poluição.
- Aumentar a vantagem econômica e competitiva da empresa.

19

### Objetivos

- Divulgar a melhoria da qualidade ambiental na produção, melhorando a imagem da empresa.
- Obter indicadores de eficiência.
- Documentar e manter os resultados obtidos.

20

### Vantagens



21

### Vantagens

- Diminuição dos custos de produção e aumento da eficiência e competitividade.
- Redução das infrações aos padrões ambientais previstos na legislação.
- Aumentar lucros onde só se via despesas.
- Acesso facilitado às linhas de financiamento.

22

### Vantagens



- Melhoria da imagem da empresa junto aos consumidores, fornecedores, funcionários e poder público, com conseqüente ampliação do mercado.
- Melhor relacionamento com os órgãos ambientais, com a mídia e a comunidade.

23

### Vantagens



Melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador e a diminuição dos riscos de acidentes ambientais.

Visão pró-ativa.

24

### Filosofia

Poluição nada mais é do que materiais que foram comprados, passaram pelo processo produtivo consumindo energia, insumos e mão-de-obra, e não foram vendidos, tendo então que ser jogados fora adequadamente, muitas vezes pagando-se para transportá-los, tratá-los ou acondicioná-los.

25

### Filosofia

**ganha / ganha / ganha / ...**

26

### Como participar ?

- Participando das medições da matéria prima, água e energia.



27

### Como participar ?

- Participando das medições dos poluentes gerados (sólido, líquido e atmosférico).



28

### Como participar ?



Observando a sua rotina diária.

No caso de alguma sugestão não mudar nada, apenas anotar ou comunicar.

29

### Como participar ?

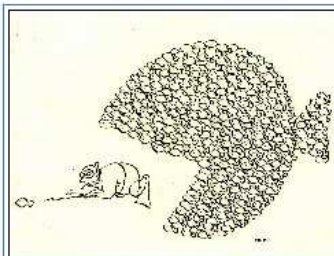
Participando e colaborando de programas de separação de resíduos e do que for combinado.



30



31



32

### Muito Obrigado !



33

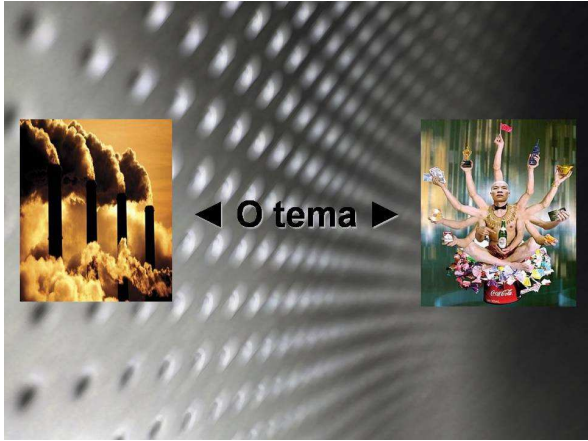


**ANEXO XX – Slides de Apresentação de Sensibilização da Alta Direção da  
Empresa**

---



## ANEXO XX – Slides de Apresentação de Sensibilização da Alta Direção da Empresa



### Breve histórico

- 1989 – (UNIDO/UNEP)
- 1995 – CNTL
- 1999 – RBPmaisL
- 2003 – DIPmaisL
- 2003 – Portaria MMA n°454/03

### Conceito

Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental, tecnológica, preventiva e integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados, com benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos.(UNIDO)

### Objetivos

- Aumentar a vantagem econômica e competitiva da empresa.
- Racionalizar o uso de insumos e reduzir os desperdícios.
- Minimizar a geração de resíduos, diminuindo os impactos ambientais.
- Adequar os processos e produtos em conformidade com a legislação ambiental.

### Benefícios (produção)

- Redução no consumo de energia, água e de insumos.
- Redução de resíduos e emissões.
- Reuso de resíduos de processo.
- Reciclagem de resíduos.

## ANEXO XX – Slides de Apresentação de Sensibilização da Alta Direção da Empresa



### Benefícios (produtos)

- Redução de desperdícios (Eco design).
- Uso de material reciclável e renovável para os produtos.
- Produtos com maior vida útil.
- Uso de insumos atóxicos.


### Vantagens

- Redução dos custos de produção e aumento da eficiência e competitividade.
- Redução das infrações aos padrões ambientais previstos na legislação.
- Auferir lucros onde só se via despesas.
- Acesso facilitado às linhas de financiamento.



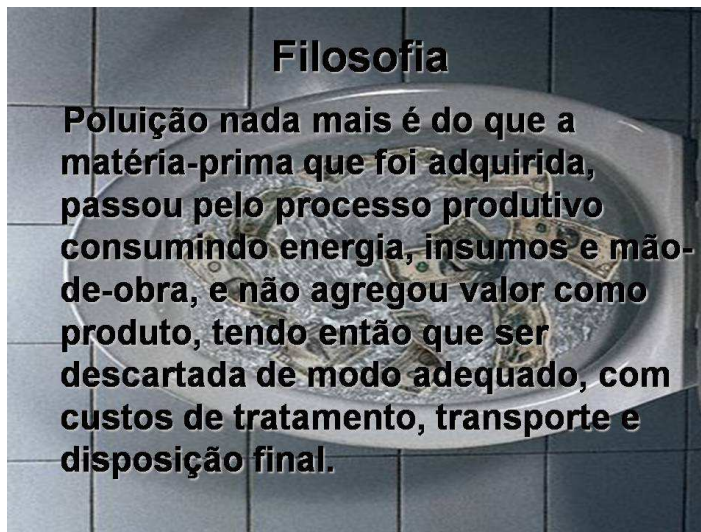
### Vantagens

- Melhoria da imagem da empresa junto aos consumidores, fornecedores, funcionários e poder público, com conseqüente ampliação do mercado.
- Melhor relacionamento com os órgãos ambientais, com a mídia e a comunidade.



### Vantagens

- Melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador e a diminuição dos riscos de acidentes ambientais.
- Acesso aos estudos da RBPML entre outras.
- Possibilidade da ampliação da validade dos licenciamentos e do surgimento de um “selo P+L” regulamentado.
- Visão pró-ativa (inovação e talentos).
- Início, meio e fim.



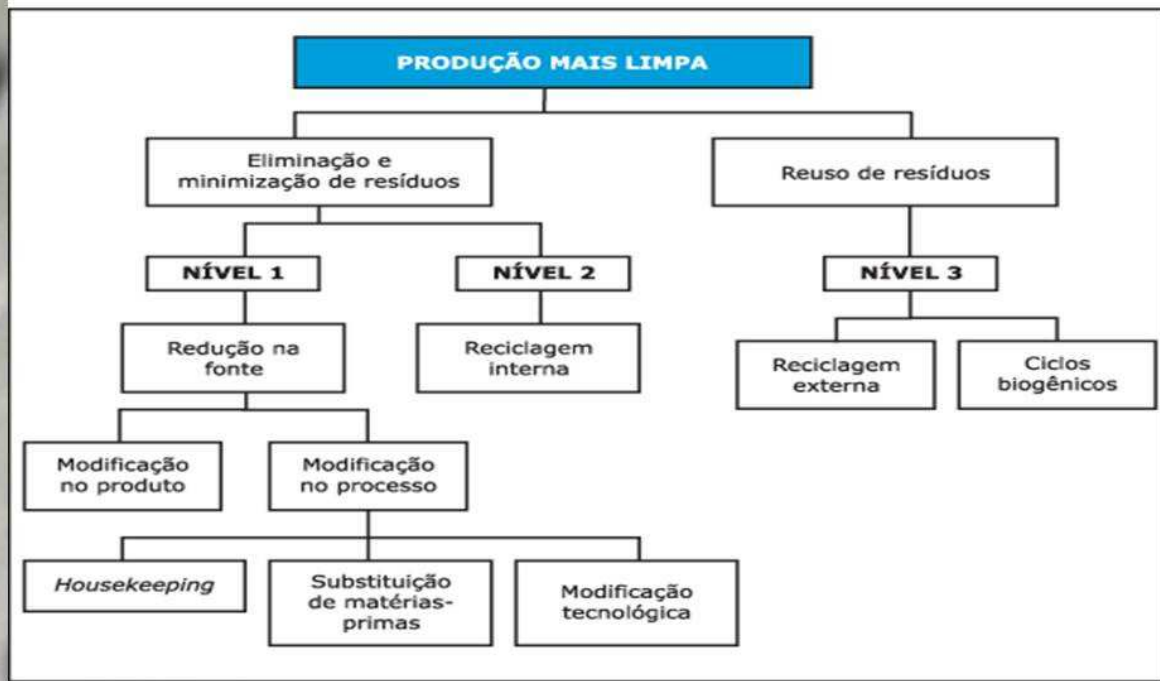
### Filosofia

Poluição nada mais é do que a matéria-prima que foi adquirida, passou pelo processo produtivo consumindo energia, insumos e mão-de-obra, e não agregou valor como produto, tendo então que ser descartada de modo adequado, com custos de tratamento, transporte e disposição final.

ANEXO XX – Slides de Apresentação de Sensibilização da Alta Direção da Empresa

## Níveis de atuação na PmaisL

Figura 3: Níveis de atuação da Produção Mais Limpa.



Fonte: CNTL (2001, c).

### IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

#### Etapas

- 1ª etapa – Planejamento
- 2ª etapa – Diagnóstico
- 3ª etapa – Avaliação
- 4ª etapa – Viabilidade
- 5ª etapa – Implementação
- 6ª etapa – Monitoramento e melhoria contínua

## ANEXO XX – Slides de Apresentação de Sensibilização da Alta Direção da Empresa

### 1ª etapa – Planejamento

Busca-se estabelecer e possibilitar o bom andamento do programa na empresa.

- Passo 1: Compromisso da direção da empresa\*
- Passo 2: Definição da equipe de implementação do programa e realização de sua sensibilização
- Passo 3: Identificação de barreiras
- Passo 4: Formulação de objetivos e metas (cronograma)\*

### 2ª etapa – Diagnóstico

Busca-se conhecer o posicionamento atual da empresa em relação ao meio ambiente.

- Passo 5: Investigação do atendimento aos requisitos legais
- Passo 6: Conhecimento do layout\*\*
- Passo 7: Elaboração do fluxograma do processo\*
- Passo 8: Análise dos inputs e outputs\*
- Passo 9: Identificação dos focos do estágio de avaliação\*

### 3ª etapa – Avaliação

Busca-se levantar dados concretos atualizados, analisá-los e determinar quais são as opções de PML existentes para o ajuste dos aspectos anteriormente priorizados.

Passo 10: Elaboração do balanço de massa (período medido para anual)

Passo 11: Análise do balanço de massa\*

Passo 12: Estabelecimento das opções de Produção mais Limpa\*

Passo 13: Organização das opções\*

### 4ª etapa – Viabilidade

Busca-se avaliar as oportunidades identificadas no estágio anterior e selecionar as mais viáveis para implementação.

- Passo 14: Avaliação prévia
- Passo 15: Avaliação técnica\*
- Passo 16: Avaliação econômica\*
- Passo 17: Avaliação ambiental
- Passo 18: Escolha das opções de implementação

### 5ª etapa – Implementação

Busca-se pôr em prática as opções selecionadas no estágio anterior.

Passo 19: Planejamento da implementação PML\*

Passo 20: Implementação das opções PML

### 6ª etapa – Monitoramento e melhoria contínua

• Busca-se tomar as decisões de monitoramento, de avaliação do desempenho do Programa PML por meio da comparação das observações realizadas com o planejado, e de intervenção para a realização das mudanças necessárias.

- Passo 21: Monitoramento do desempenho\*
- Passo 22: Melhoria contínua

**ANEXO XX – Slides de Apresentação de Sensibilização da Alta Direção da  
Empresa**

---



**ANEXO XXI – Tabela 19. Equipe de P+L da Empresa Mod Line Soluções  
Corporativas Ltda**

**Tabela 19: Equipe de P+L**

<b>SETOR DE TRABALHO NA EMPRESA</b>	<b>NOME</b>	<b>CARGO</b>
Expedição de Móveis	Ricardo	Líder do setor
Expedição Geral	Edmilson	Encarregado do setor
Manutenção Geral	Ademir	Encarregado do setor
Almoxarifado	Ademir	Encarregado do setor
Segurança do Trabalho	Josiane	Gerente de segurança
Compras	Vinícius e Rodrigo	Gerente de compras
Produção	Polyanna	Gerente de produção
Pintura	Glauderson	Encarregado do setor
Piso Elevado	Leandro	Encarregado do setor
Montagem Interna	Izaías	Encarregado do setor
Marcenaria	Cléber	Encarregado do setor
Estofamento	Eugênio	Encarregado do setor
Painelaria	Fábio	Encarregado do setor
Metalurgia	José Francisco	Encarregado do setor
Perfilaria	Emilson	Encarregado do setor
Consultoria Ambiental	Carlos Henrique	Consultor

Fonte: O autor



UFOP

Carlos Henrique Ribeiro Massote

Carlos Gomes, 43

35960-000 Santa Bárbara

Br

Telefone: 31.38323293

eMail: papaimassote@gmail.com



## ANEXO XXII – Relatório Final do Programa “ Eco Inspector”

---

### Dados da Empresa

**Nome da Empresa:** Mod Line Soluções Corporativas Ltda  
**Data do QuickScans:** 03/2009  
**Pessoas participantes:** Diretor-Presidente, Gerentes Comercial e Produção de --  
móveis e Encarregados de cada setor estudado

**Pessoas para contato:** Thiago de Paula Ribeiro  
**Função / Atividade:** Gerente Comercial  
**Rua/ N°:** Rua João Penedo Alves, 180, Dist. Ind. Hélio Pentagna  
Guimarães  
**C.P. /Local:** Contagem – MG  
**País:** Brasil  
**Número de telefone:** (31) 2108-9000  
**Número fax:** (31) 2108  
**Volume de Vendas:** 0  
**Número de trabalhadores:** 270  
**Modelo de horário de trabalho:** Regime de funcionamento é de segunda-feira à sexta-  
feira – 44 horas semanais, durante 22 dias por mês.

**Departamentos / Processos:** Segurança do trabalho, almoxerifado, expedição,  
metalurgia, estofamento, marcenaria, montagem, controle de produção, piso elevado,  
tratamento químico e pintura eletrostática, perfilaria, painelaria, manutenção, compras,  
vendas, licitações, projetos, etc.

**Produtos / Grupos de produtos:** Móveis de Escritório, Estofados, Pisos Elevados, Paineis  
de Divisórias, Perfis de Divisória, Forros, etc.

**Clientes:** Petrobrás, Cemig, Construtoras em geral, Distribuidoras  
em geral, etc.

**Fornecedores:** Açominas, Usiminas, Duratex, Coldemar, Caxuana, etc.

### Política ambiental da empresa

**A empresa formulou e divulgou uma política ambiental?** Não

**Existe alguém responsável pelo meio ambiente?** Sim

**Já foram realizadas auditorias ambientais?** Não

**Se sim:**

**Já foram introduzidos outros sistemas de gestão?** Não

**Existem recursos disponíveis para consultoria?** Apenas recursos limitados

**Avaliação dos potenciais de melhorias do serviço**

**Onde a empresa vê potenciais de melhoria?**

Setor fabril

**Existem perdas de matéria-prima ou de energia?**

Perdas significativas de chapas e tubos de aço no setor de perfilaria e metalurgia. Danos em matéria-prima – aglomerados, chapas de fibra de madeira, etc – por mau manuseio.

**Existem esforços para a utilização de energia e matérias-primas?**

Determinação do não uso de máquinas no horário de pico de energia devido à maior tarifação.

**Quais são os processos e os materiais mais dispendiosos?**

Os de perfilaria e metalurgia.

## ANEXO XXII – Relatório Final do Programa “Eco Inspector”

### Sumário dos resultados processos principais

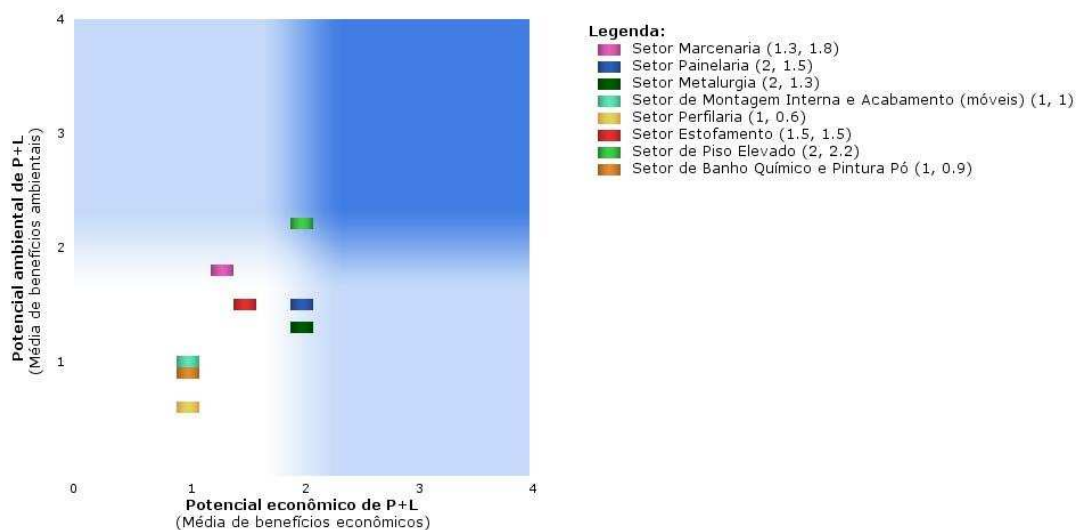
Processo	Média de benefícios ambientais	Média de benefícios económicos	Potencial ambiental	Potencial económico de P+L
<b>Setor Marcenaria</b>	1.8	1.3	XX	XX
<b>Setor Painelaria</b>	1.5	2	XX	XX
<b>Setor Metalurgia</b>	1.3	2	XX	XX
<b>Setor de Montagem Interna e Acabamento (móveis)</b>	1	1	X	X
<b>Setor Perfilaria</b>	0.6	1	X	X
<b>Setor Estofamento</b>	1.5	1.5	XX	XX
<b>Setor de Piso Elevado</b>	2.2	2	XX	XX
<b>Setor de Banho Químico e Pintura Pó</b>	0.9	1	X	X

#### Legenda

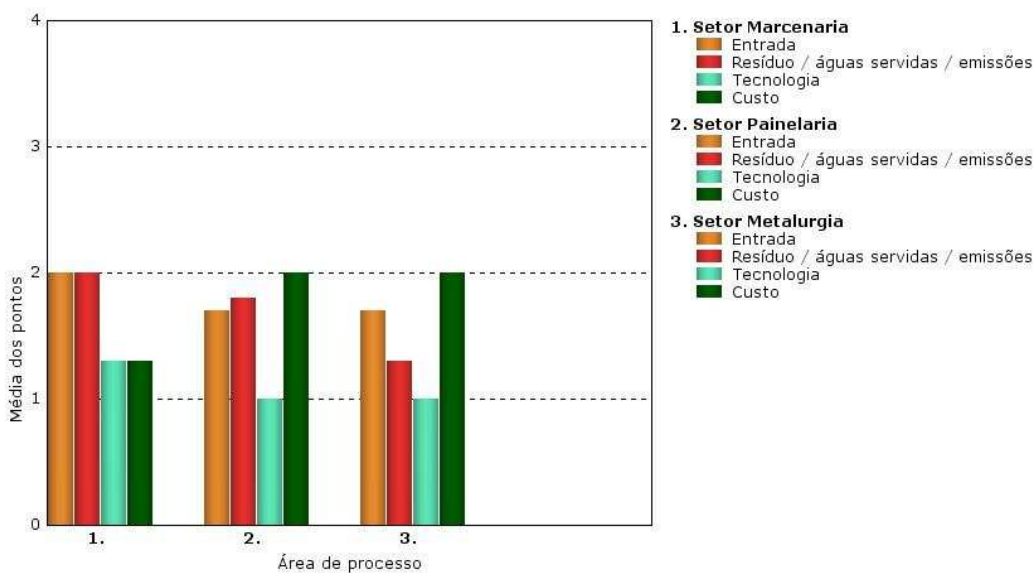
-	Nenhum potencial de P+L esperado		
X	Potencial de P+L baixo	Média de pontos de "benefícios ambientais" ou "benefícios económicos"	0.1 a 1.2
XX	Potencial de P+L médio	Média de pontos de "benefícios ambientais" ou "benefícios económicos"	1.3 a 2.6
XXX	Potencial de P+L alto	Média de pontos de "benefícios ambientais" ou "benefícios económicos"	2.7 a 4.0

## ANEXO XXII – Relatório Final do Programa “Eco Inspector”

### Matriz dos potenciais do P+L: processos principais

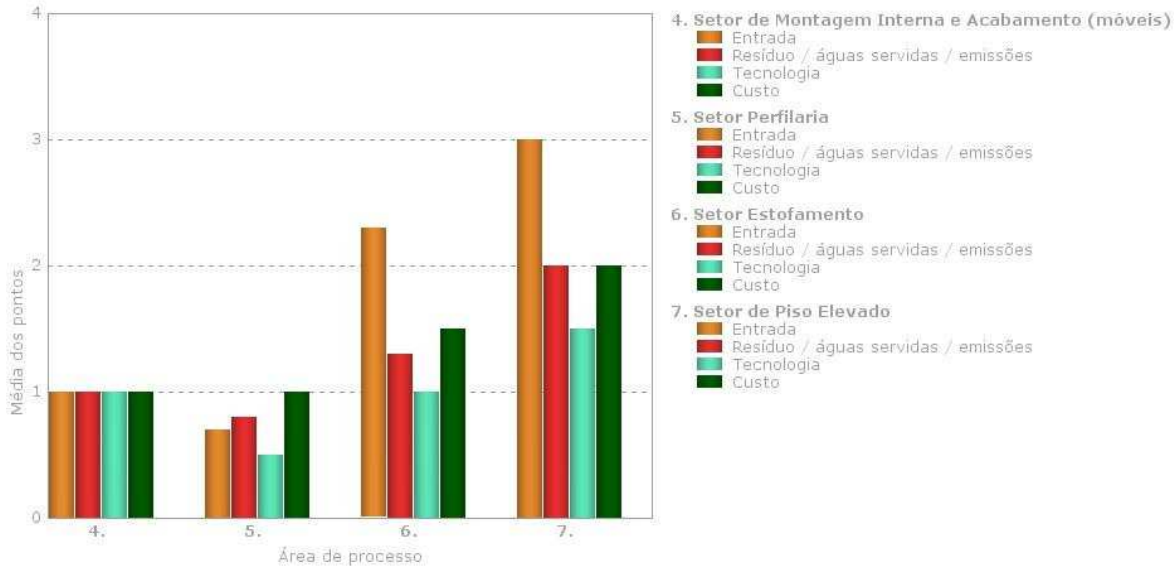


### Diagrama de processos principais



**Legenda:**  
 potencial baixo de P+L      0.1 a 1.2  
 potencial moderado de P+L    1.3 a 2.6  
 potencial elevado de P+L      2.7 a 4.0

## ANEXO XXII – Relatório Final do Programa “Eco Inspector”

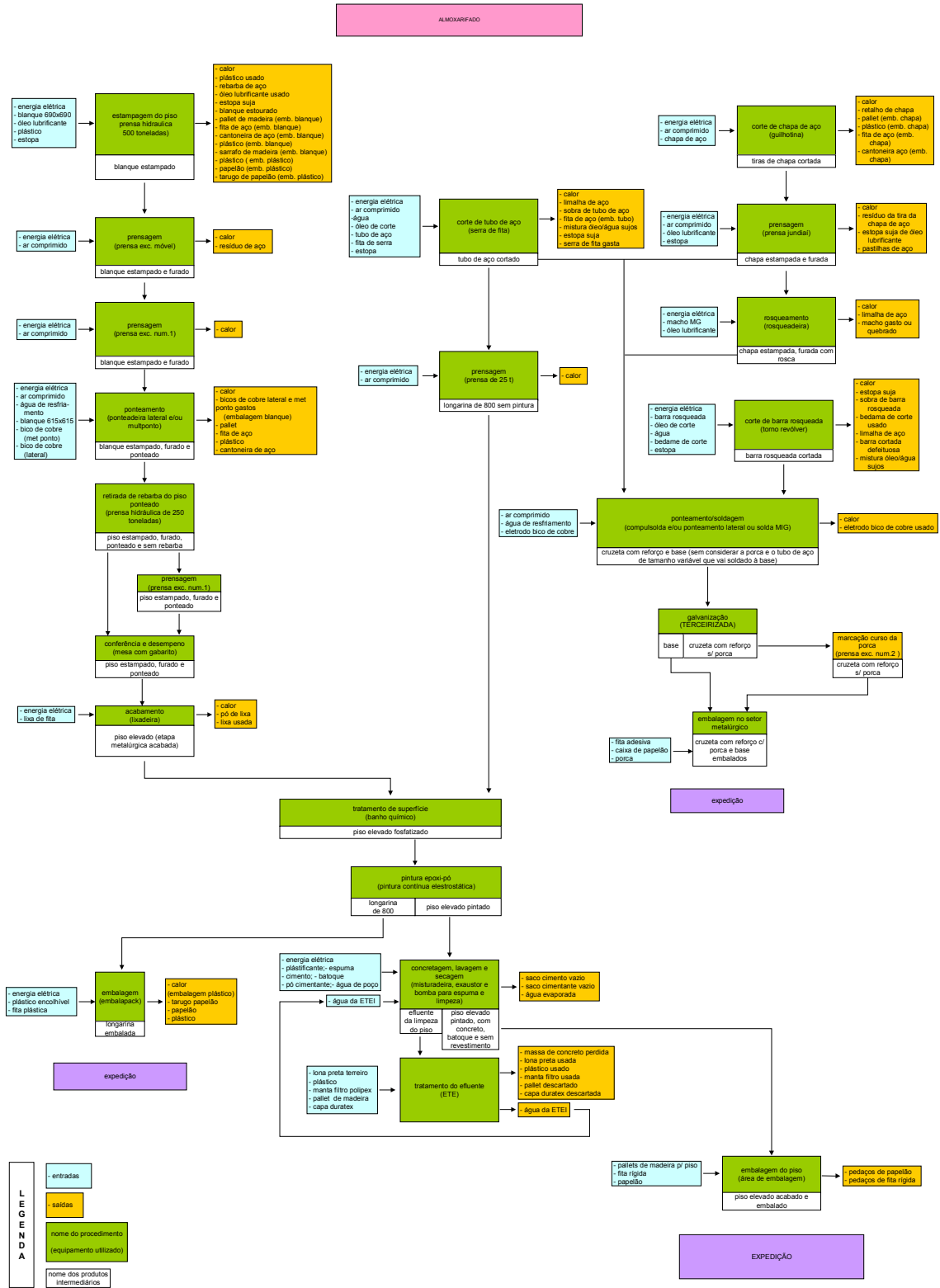


**Legenda:**

potencial baixo de P+L	0.1 a 1.2
potencial moderado de P+L	1.3 a 2.6
potencial elevado de P+L	2.7 a 4.0

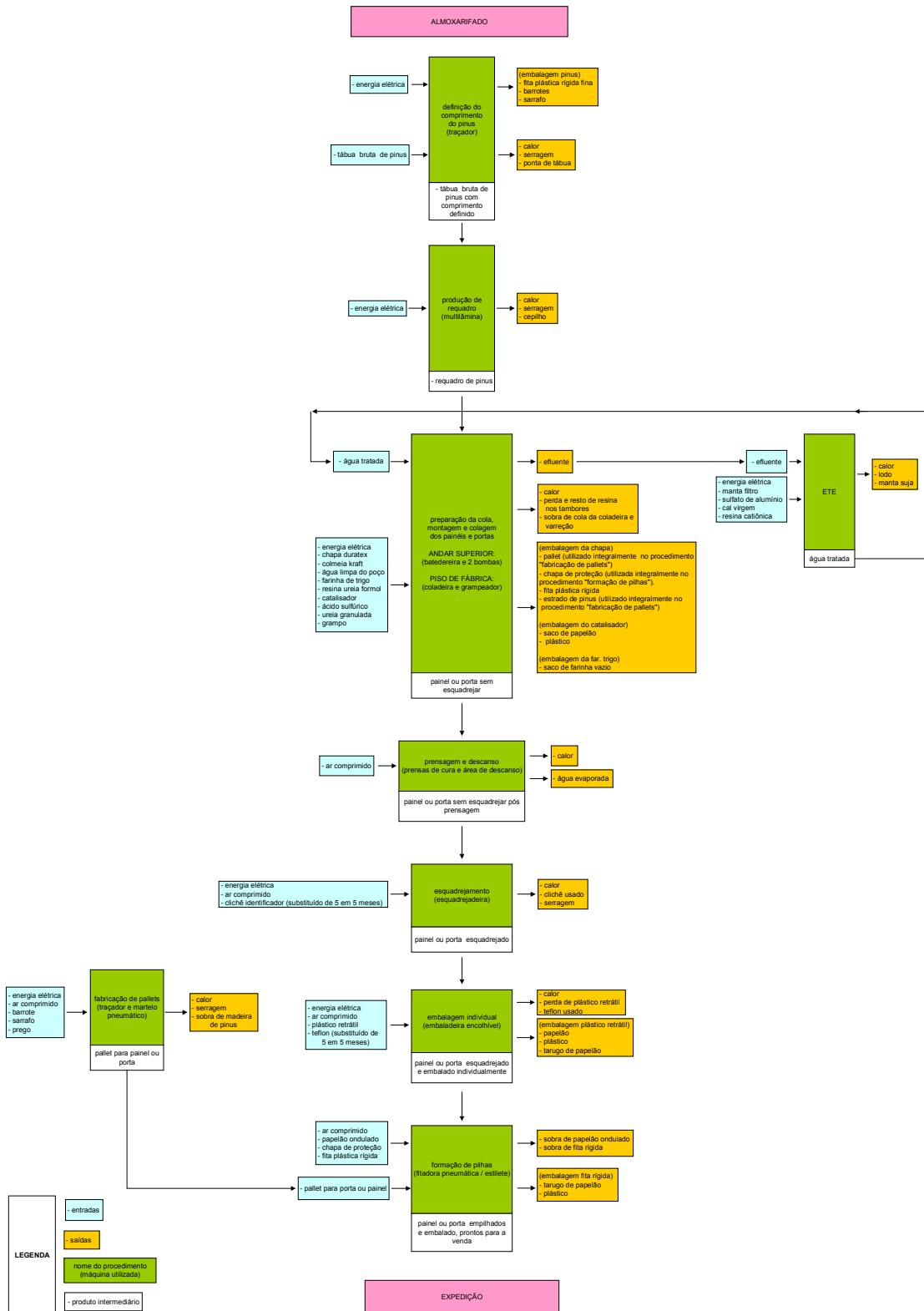
ANEXO XXIII - Fluxograma 1. Fluxograma Qualitativo Detalhado Completo do Piso Elevado (modelo 600X600X30)

Fluxograma 1. Fluxograma Qualitativo Detalhado Completo do Piso Elevado (modelo 600X600X30)



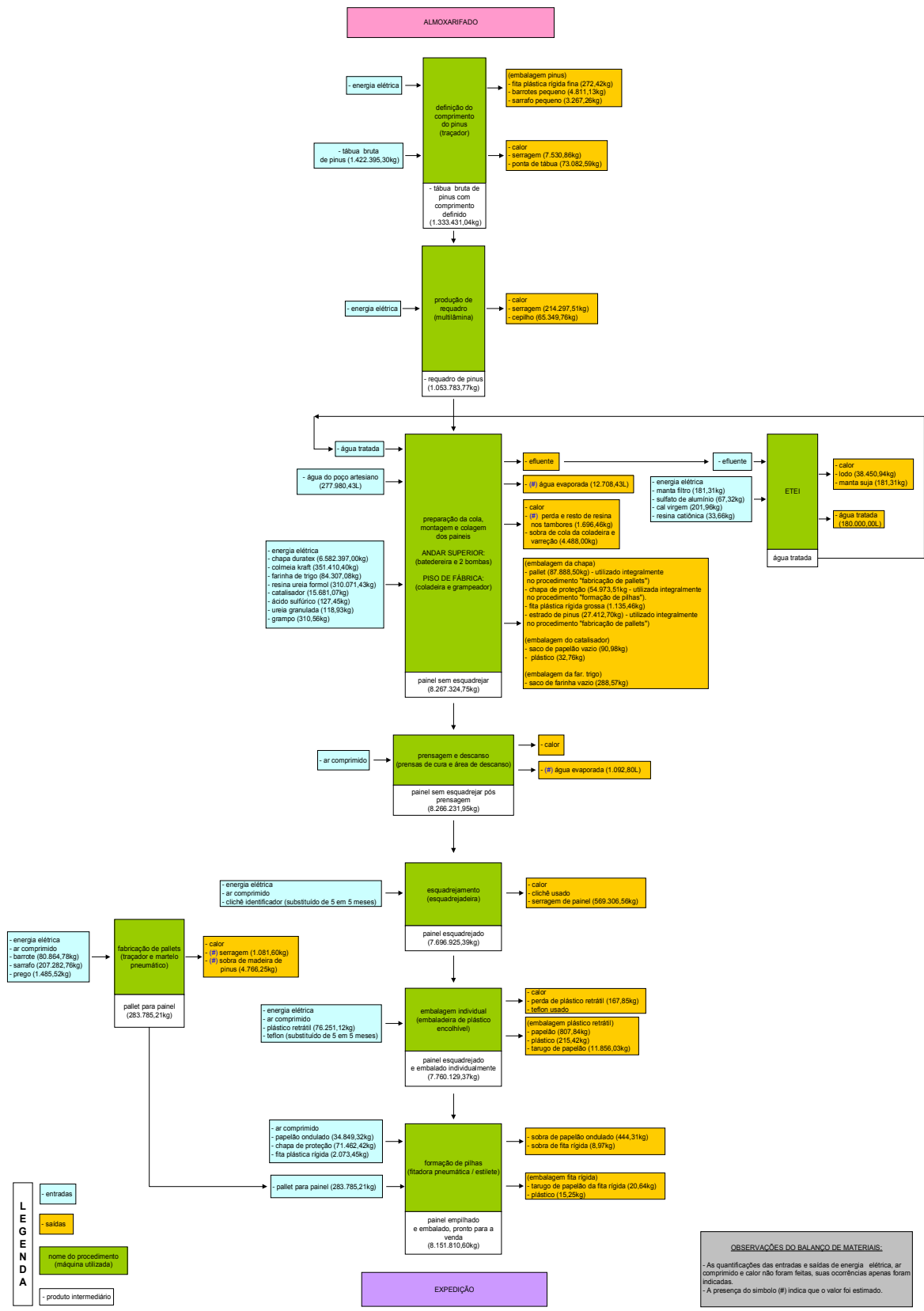
ANEXO XXIV - Fluxograma 2. Fluxograma Qualitativo Detalhado Completo da Painelaria

Fluxograma 2. Fluxograma Qualitativo Detalhado Completo da Painelaria



**ANEXO XXV - Fluxograma 3. Balanço de Material Detalhado da Produção de Painéis - Antes de P+L (448.800 painéis para o ano de 2010)**

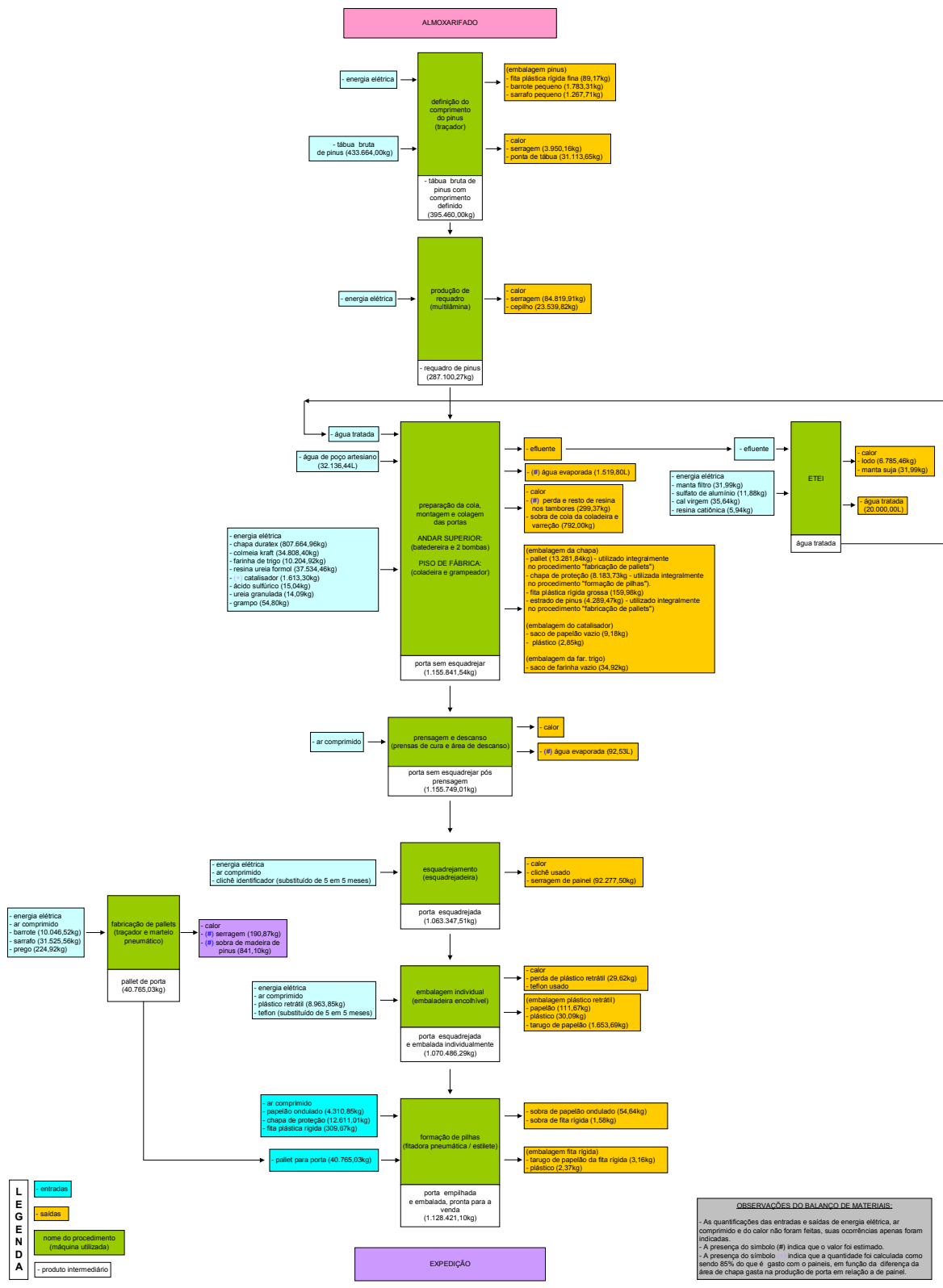
**Fluxograma 3. Balanço de Material Detalhado da Produção de Painéis**





**ANEXO XXVI - Fluxograma 4. Balanço de Material Detalhado da Produção de Portas - Antes de P+L (79.200 portas para o ano de 2010)**

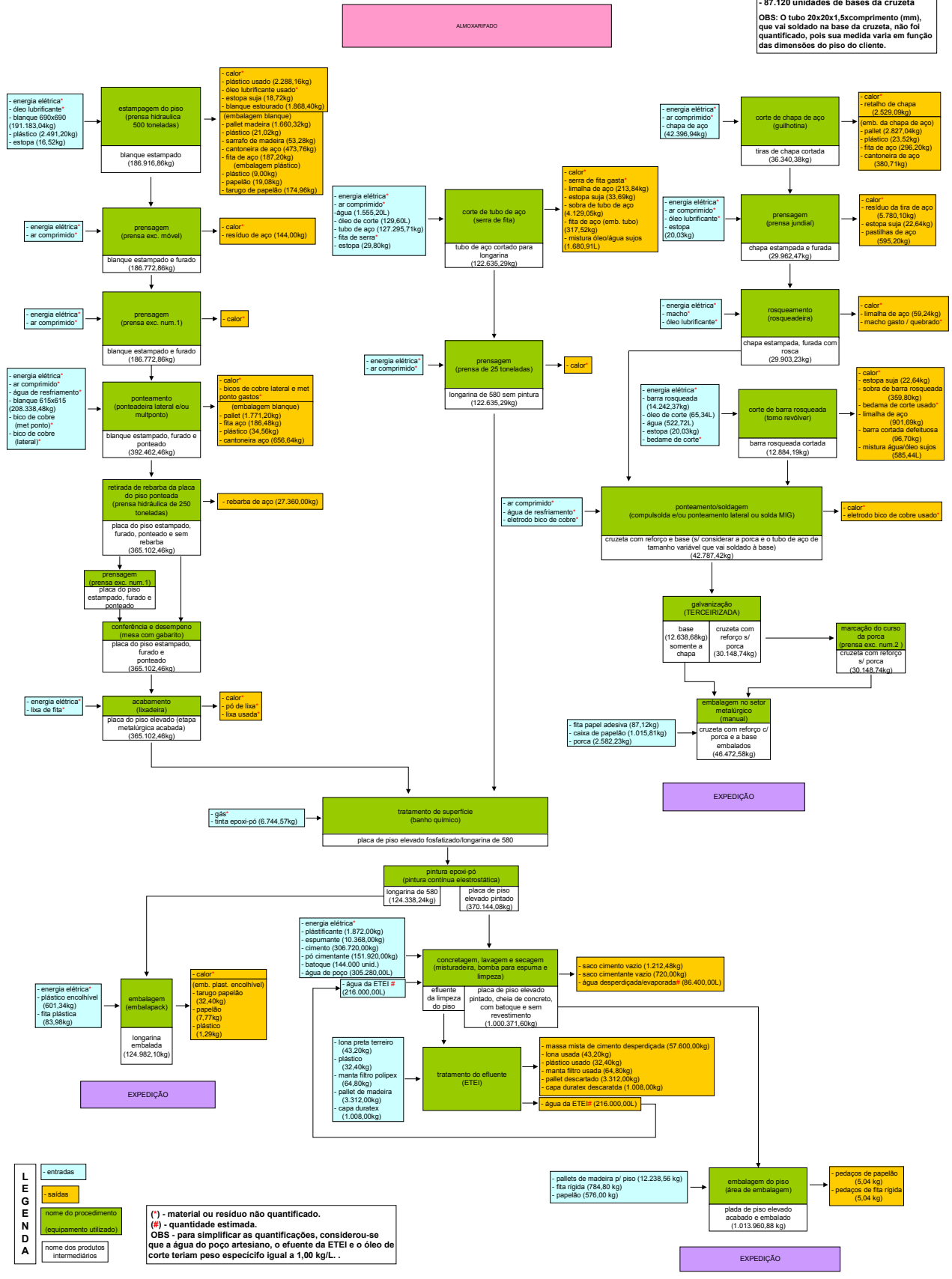
**Fluxograma 4. Balanço de Material Detalhado da Produção de Portas**



**ANEXO XXVII - Fluxograma 5. Balanço de Material Detalhado da Produção de Piso Elevado - Antes de P+L (72.000 placas de piso elevado, mais os acessórios constituintes, para o ano de 2010)**

**Fluxograma 5. Balanço de Material Detalhado da Produção de Piso Elevado**

Foram considerados para os cálculos quantitativos deste balanço de material a produção dos seguintes itens:  
 - 72.000 unidades de placas de piso elevado (modelo 600x600x30)  
 - 129.600 unidades de longarinas  
 - 87.120 unidades de cruzetas com reforço  
 - 87.120 unidades de bases da cruzeta  
 OBS: O tubo 20x20x1,5xcomprimento (mm), que vai soldado na base da cruzeta, não foi quantificado, pois sua medida varia em função das dimensões do piso do cliente.




**LEGENDA**

- entradas
- saídas
- nome do procedimento (equipamento utilizado)
- nome dos produtos intermediários

(\*) - material ou resíduo não quantificado.  
 (#) - quantidade estimada.  
 OBS - para simplificar as quantificações, considerou-se que a água do poço artesiano, o efluente da ETEI e o óleo de corte teriam peso específico igual a 1,00 kg/L.

## ANEXO XXVIII – Procedimento Operacional da Coladeira e Outros Equipamentos

---

	Procedimento de Operação	<u>PO-XXXXX</u>
	Limpeza da coladeira e outros equipamentos (Painelaria)	Janeiro 2010
		240/275

### 1 Objetivo

Apresentar a sistemática para realização de operação e pós-operação no manuseio da lavadora de alta pressão utilizada no processo de limpeza da coladeira e outros equipamentos na Painelaria.

### 2 Documentos de referência

Manual do usuário da máquina ELECTRA AXIAL – Electrolux.

### 3 Siglas

CQ – Controle da Qualidade

### 4 Referências

Não aplicável.

### 5 Registros necessários

RQ-03 Registro de inspeção de produção

### 6. Descrição:

#### 6.1 Operação

##### Para ligar a máquina:

- Ligue a torneira d'água;
- Ligue o plugue na tomada;
- Destrave a trava de segurança;
- Acione o gatilho e espere a água sair pelo bico antes de ligá-la;
- Ligue a máquina.

##### Para desligar a máquina:

- Coloque o botão na posição desliga;
- Feche a torneira d'água;
- Acione a pistola até a máquina perder toda pressão;
- Acione a trava de segurança;
- Retire o plugue da tomada.

##### Recomendações:

- Não funcione a máquina sem água. Perigo de se queimar a bomba;

## ANEXO XXVIII – Procedimento Operacional da Coladeira e Outros Equipamentos

---

- Jamais dirija o jato a própria máquina ou equipamento elétrico;
- Sempre que for fazer a limpeza da máquina desligue-a da tomada;
- Não prenda, torça, estique ou amarre o cabo elétrico.

### 6.2 Inspeção e registros

Somente há inspeção da máquina após sua limpeza e acondicionamento final da lavadora. Não há um padrão específico de limpeza do material.

#### 6.2.1 Controle da qualidade

Não há um controle de qualidade específico para este tipo de procedimento pois requer apenas a limpeza da máquina de um modo que não venha prejudicar seu funcionamento adequado na colagem do material.

### 6.3 Alterações no processo de produção

O operador deve parar seu processo de produção e entrar em contato com o supervisor sempre que as necessidade de manutenção na máquina.

#### 6.3.1 Manutenção de equipamento

A troca de óleo só deverá ser efetuada a cada 200 hs de uso.

#### Histórico das trocas de óleo

Data prevista	Data informada	Responsável pela informação	Responsável pela manutenção	Data revisão

**ANEXO XXVIII – Procedimento Operacional da Coladeira e Outros Equipamentos**

---

**6.3.2.1 Características de um produto não conforme**

Não aplicável

Elaborado por: Carlos Henrique R. Massote

Aprovado por:

**Histórico das revisões**

<b>Revisão</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição da alteração</b>	<b>Observações</b>

**ANEXO XXIX – Planilha Para Cálculo do Custo do Metro Cúbico de Água  
Bombeada do Poço Tubular**

---

**Planilha para Cálculo do Custo do Metro Cúbico de Água Bombeada do  
Poço Tubular**

A partir de dados coletados no hidrômetro e horímetro, instalados no poço tubular da empresa, obteve-se as médias mensais de 525,0 metros cúbicos de água bombeada e 205,0 horas de funcionamento da bomba.

A bomba instalada no poço possui as características de 2.500L/h de capacidade nominal de bombeamento e 1,5C.V. de potência nominal.

Sabe-se que um motor de 1,0C.V. consome aproximadamente 0,74kWh de energia.
---

Para um motor com potência nominal de 1,5C.V., e considerando-se uma eficiência de 80%, tem-se que o mesmo consome aproximadamente 1,38kWh.

Multiplicando-se 1,38kWh por 205,0 horas tem-se 282,90kWh de energia média mensal consumida pela bomba do poço tubular.

A conta de energia elétrica (Cemig Distribuição S.A.) possui classificação de energia Industrial e contrato THS Verde A4. Devido à pequena potência do motor da bomba do poço, quando comparado a outros motores utilizados na empresa, bem mais robustos, não serão considerados (rateados) no cálculo do valor da energia os valores médios da Demanda Contratada e de sua Ultrapassagem.

Para o cálculo do valor (R\$) da energia por kWh considerou-se a média de 18 meses de conta de energia da empresa:

- valor/consumo de energia ativa, fora horário de ponta: R\$15.852,00/70.300kWh;
- valor/consumo de energia ativa, no horário de ponta: R\$5.067,00/3.000kWh;
- valor mensal médio de energia reativa (qualquer horário): R\$250,00

Considerando-se um valor total médio mensal de R\$21.169,00 (custo da energia ativa e reativa), e considerando-se apenas o consumo de energia ativa de 73.300kWh, obtém o custo de R\$0,29/kWh de energia consumida.

Multiplicando-se o custo de R\$0,29/kWh pelo consumo médio mensal da bomba de 282,90kWh, tem-se o valor de R\$82,00 (custo mensal de ligamento da bomba).

O poço tubular possui custo médio mensal de manutenção (limpeza e reposição dos elementos filtrantes, reabastecimento de cloro, análises de potabilidade da água etc), pago a uma empresa responsável terceirizada, de R\$286,00.

O custo mensal médio pelo uso da água outorgada (pago a cada três meses através de documento de arrecadação estadual D.A.E.) é de R\$22,00.

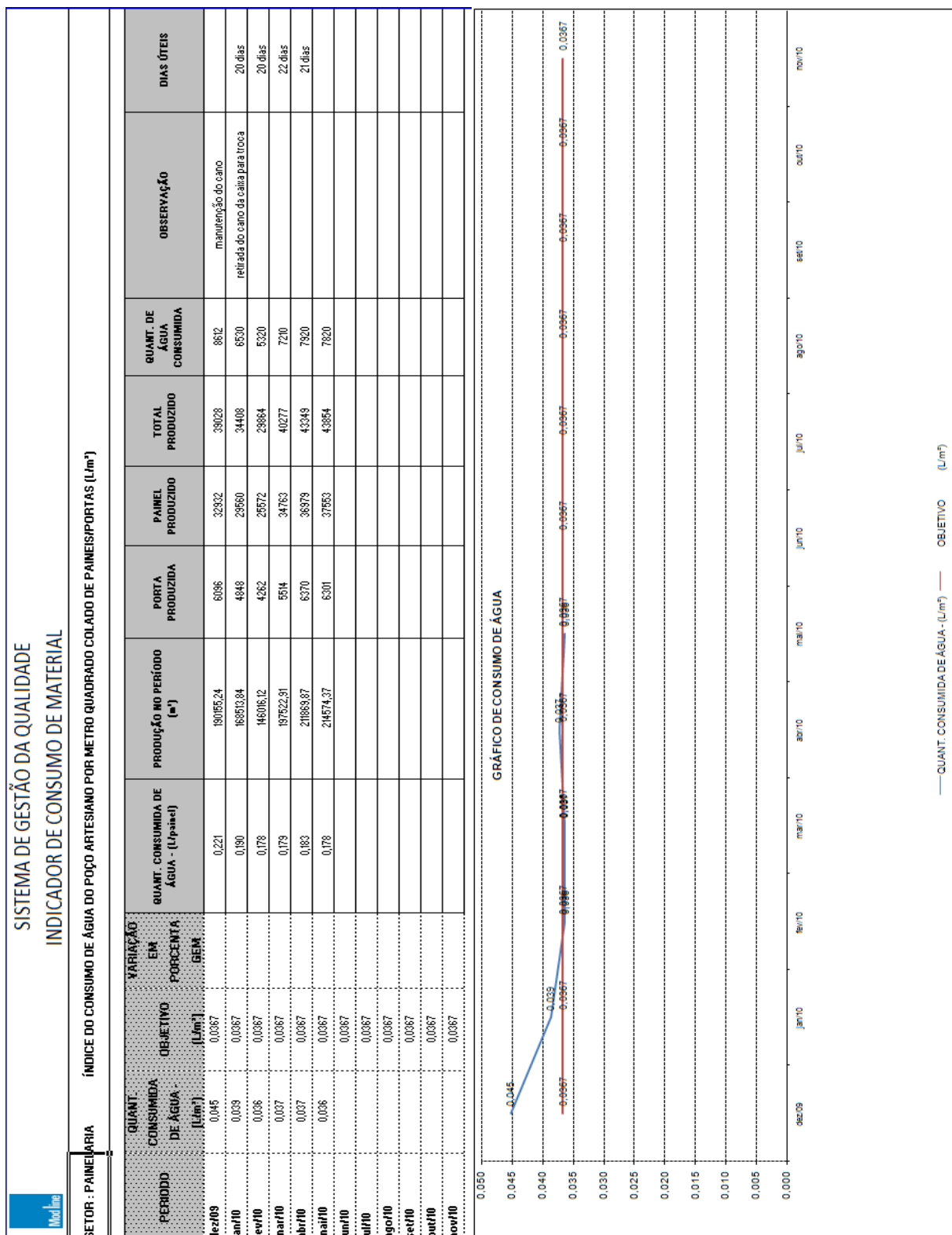
**ANEXO XXIX – Planilha Para Cálculo do Custo do Metro Cúbico de Água  
Bombeada do Poço Tubular**

---

Portanto:

Custo médio mensal para o ligamento da bomba.	R\$82,00
Custo médio mensal para a manutenção da bomba.	R\$286,00
Custo médio mensal pelo uso da água outorgada.	R\$22,00
Custo médio para o bombeamento dos 525,0 metros cúbicos de água bombeada mensalmente.	R\$390,00
Custo médio (R\$) por metro cúbico de água bombeada	R\$0,74/m <sup>3</sup>

## ANEXO XXX – Planilha Indicador do Consumo de Água do Poço Artesiano por Metro Quadrado Colado de Paineis/Portas





**ANEXO XXXI – Ficha de Controle de Qualidade Para a Produção de  
Painéis/Portas (Setor Panelaria)**

**Controle de Qualidade da Colagem de Porta e Painel**

Data	Ph água ETE (manhã)	Nº hidrômetro	Umidade pinus (8 - 12%)	Umidade chapa (5 – 9%)	Assinatura
			(l. c.) -		
			(a. a.) -		
			(d. a.) -		
			(f. d.) -		

Data	Ph água ETE (manhã)	Nº hidrômetro	Umidade pinus (8 - 12%)	Umidade chapa (5 – 9%)	Assinatura
			(l. c.) -		
			(a. a.) -		
			(d. a.) -		
			(f. d.) -		

Data	Ph água ETE (manhã)	Nº hidrômetro	Umidade pinus (8 - 12%)	Umidade chapa (5 – 9%)	Assinatura
			(l. c.) -		
			(a. a.) -		
			(d. a.) -		
			(f. d.) -		

Legenda:

(l. c.) – logo cedo

(a. a.) – antes do almoço

(d. a.) – depois do almoço

(f. d.) – final do dia

**ANEXO XXXII – Ficha de Controle de Qualidade Para a Produção de  
Painéis/Portas (Setor Painelaria)**

**Ficha de Controle de Qualidade da Colagem de Porta e Painel**

Data	Resina (Kg)	Trigo (Kg)	Hora	Temp.(°C)	Catalis(Kg)	CBF-40	Gel (min) (30 – 40)	Visc(s) (30 – 50)
Nº batidas/dia	Água (l)	Responsável						

Data	Resina (Kg)	Trigo (Kg)	Hora	Temp.(°C)	Catalis(Kg)	CBF-40	Gel (min) (30 – 40)	Visc(s) (30 – 50)
Nº batidas/dia	Água (l)	Responsável						

Data	Resina (Kg)	Trigo (Kg)	Hora	Temp.(°C)	Catalis(Kg)	CBF-40	Gel (min) (30 – 40)	Visc(s) (30 – 50)
Nº batidas/dia	Água (l)	Responsável						

**ANEXO XXXIII – Ficha de Controle de Qualidade Para a Produção de  
Painéis/Portas (Setor Painelaria)**

---

Ficha de Controle de Qualidade da Colagem de Porta e Painel

DATA:    /    /

PRODUÇÃO DIÁRIA DE PORTA:

PRODUÇÃO DIÁRIA DE PAINEL:

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:

Gramatura (g/m <sup>2</sup> )
(l. c.)
(l. c.)
(a. a.)
(a. a.)
(d. a.)
(d. a.)
(f. d.)
(f. d.)

DATA:    /    /

PRODUÇÃO DIÁRIA DE PORTA:

PRODUÇÃO DIÁRIA DE PAINEL:

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:

Gramatura (g/m <sup>2</sup> )
(l. c.)
(l. c.)
(a. a.)
(a. a.)
(d. a.)
(d. a.)
(f. d.)
(f. d.)

DATA:    /    /

PRODUÇÃO DIÁRIA DE PORTA:

PRODUÇÃO DIÁRIA DE PAINEL:

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:

Gramatura (g/m <sup>2</sup> )
(l. c.)
(l. c.)
(a. a.)
(a. a.)
(d. a.)
(d. a.)
(f. d.)
(f. d.)

Legenda:

(l. c.) – logo cedo


(a. a.) – antes do almoço

(d. a.) – depois do almoço

(f. d.) – final do dia

**ANEXO XXXIV – Procedimento Operacional Para Produção de Cola e Colagem  
dos Painéis/Portas (Setor Painelaria)**

---

	Procedimento Operacional para Produção de Cola e Colagem dos Painéis COLDCOLA – CRS 3100	<u>PO-XXX</u>
		Janeiro 2010
		249/275

### 1. Objetivo

Apresentar a sistemática para o preparo e aplicação da mistura da batida de cola no processo de montagem de porta e painel de divisórias.

### 2. Documentos de referência

- Instrução de trabalho e recomendações para utilização.
- Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) da resina uréia COLDCOLA CRS 3100.
- Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) do catalisador C6.
- Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) do catalisador C8.

### 3. Siglas

CQ – Controle da Qualidade

### 4. Referências

Não aplicável.

### 5. Registros necessários

RQ-XX Ficha de Controle de Qualidade: Matérias Primas e Insumos – Colagem de Painel e Porta

### 6. Descrição:

#### 6.1 Operação

## ANEXO XXXIV – Procedimento Operacional Para Produção de Cola e Colagem dos Painéis/Portas (Setor Painelaria)

### 6.1.1 Preparo na batida de cola

1. Carregar na bateadeira a resina de cola e ligar a agitação
2. Adicionar a água
3. Adicionar a farinha e deixar misturando até a completa homogeneização da mistura. O quadro abaixo apresenta a relação dos ingredientes para uma batida:

MATÉRIAS PRIMAS	QUANTIDADE (KG)
COLDCOLA CRS 3100	40
Farinha de Trigo	11 a 13
Água	11 a 13
Catalisador C6 ou C8	*depende da temperatura

A adição de catalisador depende da temperatura ambiente, como indica os quadros a seguir:

Quadro de Período quente do ano (a temperatura aumenta ao longo do dia gradativamente):

Temperatura ambiente (°C)	Quantidade catalisador (Kg)
20-22	2300
22-24	2100
24-26	1900
26-28	1700
28-30	1500
30-32	1300
32-34	1100
34-36	900
36-38	700

O Quadro a seguir demonstra a quantidade de ácido adicionado no processo no período frio do ano, sendo que a quantidade máxima de catalisador acrescentada na mistura é de 2,50 Kg.

Intervalo de Temperatura (°C)	Quantidade Ácido (ml)
12 – 18	100
18 – 20	75
20 – 24	50
24 – 27	25
27 em diante	---

É importante que a quantidade a ser adicionada de cada matéria-prima seja rigorosamente pesada.

## ANEXO XXXIV – Procedimento Operacional Para Produção de Cola e Colagem dos Painéis/Portas (Setor Painelaria)

---

Após o término da batida de cola, é fundamental medir sua viscosidade, pois dela dependerá uma boa aplicação nas chapas de fibra (duraplac).

### 6.1.2 Limpeza do equipamento

Na parada do almoço deverá ser feita uma limpeza prévia para retirada do material em excesso. Após essa limpeza, a bateadeira poderá ser carregada com resina, farinha de trigo e água. O catalisador deverá ser adicionado na volta do almoço, para evitar a secagem prévia da mistura. No final do dia de trabalho, ao término da última batida, deverá ser feita uma limpeza completa das bateadeiras, bombas e tubos utilizados no trabalho, para evitar posteriores danos aos equipamentos do setor.

### 6.2 Inspeção e registros

Haverá inspeção durante o expediente e após a limpeza da área de trabalho. Havendo algum problema identificado pelo operador deverá ser advertido e registrado o ocorrido. Todo o processo deverá ser registrado em formulários próprios.

#### 6.2.1 Controle da qualidade

##### Viscosidade:

Deve-se determinar a viscosidade (capacidade de escoamento) através de um copo metálico, chamado COPO FORD nº8:

- Encher o COPO FORD (100 ml) até a superfície com cola pronta, tampando o orifício na parte inferior com o dedo.
- Retirar o dedo, ativar o cronômetro e medir o tempo de escoamento da cola até o final.
- Anotar o tempo em segundos.

O tempo ideal é de 28 a 35 segundos. Caso ele esteja abaixo, adicionar de 10 a 20% de farinha de trigo. Caso esteja acima, adicionar de 10 a 20% de água na mistura.

##### Gel Time:

- Coletar uma amostra em um copo de, aproximadamente, 100 ml
- Introduzir uma tira de plástico ou madeira para agitar o produto
- Anotar a temperatura ambiente
- Acionar o cronômetro
- Observar o aumento de viscosidade, até que o produto se torne elástico e rompa quando esticado (ponto gel)
- Ao atingir o ponto gel, parar o cronômetro
- Anotar o tempo decorrido entre o início e o final da catalise.

O Gel Time deverá estar na faixa de 30 a 40 minutos, sendo o ponto ideal, 35 minutos. Caso ele esteja abaixo, diminuir a quantidade de catalisador. Acima de 40 minutos, aumentar a quantidade de catalisador.

## ANEXO XXXIV – Procedimento Operacional Para Produção de Cola e Colagem dos Painéis/Portas (Setor Painelaria)

---

### 6.3 Alterações no processo de produção

O operador deve parar seu processo de produção e entrar em contato com o supervisor, sempre que houver a necessidade de alterar a formulação da batida.

#### 6.3.1 Manutenção de equipamento

O equipamento deve ser limpo diariamente e lubrificado, se necessário.

O cronograma de manutenção preventiva deve ser cumprido, evitando-se, assim, desgastes excessivos e paradas desnecessárias para manutenção.

Em caso de necessidade, solicitar ao setor de manutenção a avaliação e correção de problemas existentes.

### 6.4 Características de um produto não conforme

Devem-se observar os padrões indicados no item 6.2.1 Controle de Qualidade. Qualquer divergência é considerada não conformidade e deve ser corrigida.

Elaborado por: Carlos Henrique R. Massote

Aprovado por:

#### Histórico das revisões

Revisão	Data	Descrição da alteração	Observações

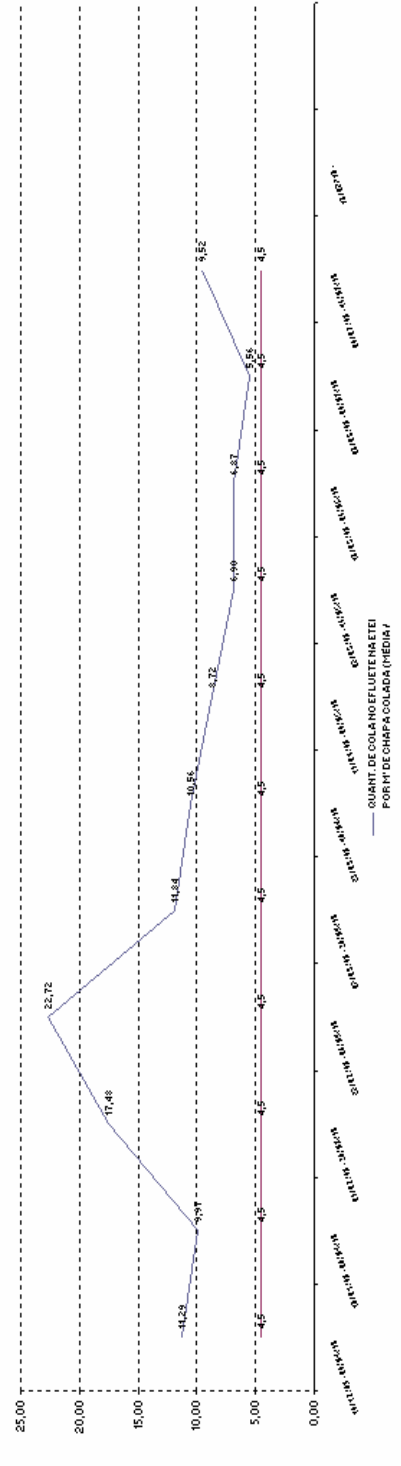
**ANEXO XXXV – Planilha Indicadora de Quantidade Gerada de Lodo na ETEI  
por Metro Quadrado Colado de Painéis/Portas. (g/m<sup>2</sup>)**

**SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE  
INDICADORES DE MELHORIAS**



SETOR: PAINELARIA		ÍNDICE DA QUANTIDADE GERADA DE LODO NA ETEI POR METRO QUADRADO COLADO DE PAINÉIS/PORTAS (g/m <sup>2</sup> )						
PERÍODO	QUANT. DE COLA NO EFLUENTE NA ETEI POR M <sup>2</sup> DE CHAPA COLADA (OBJETIVO: [g/m <sup>2</sup> ]; LÍQUIDO DE (MÉDIA 1 PERÍODO)) (g/m <sup>2</sup> )	RESÍDUO COLA (KG)	PRODUÇÃO PAINEL	PRODUÇÃO PORTA	PRODUÇÃO TOTAL (m <sup>2</sup> )	EVENTOS OCORRIDOS NO PERÍODO (OBSERVAÇÃO)	PERÍODO DA AMOSTRAGEM	PERÍODO DE AMOSTRAGEM (DIAS ÚTEIS)
14/12/09 - 09/01/10	11,29	4,5	1735,80	4752	163.754,20		27 dias	17 dias
10/01/10 - 30/01/10	9,97	4,5	1055,68	3800	116.891,04		20 dias	14 dias
01/02/10 - 20/02/10	17,48	4,5	1880,00	2676	107.562,24		20 dias	14 dias
22/02/10 - 06/03/10	22,72	4,5	2021,00	2972	88.970,07	troca de resina de cola	14 dias	11 dias
07/03/10 - 24/03/10	11,84	4,5	1342,00	3360	113.343,75		17 dias	13 dias
25/03/10 - 10/04/10	10,56	4,5	106,12	2880	105.691,77		17 dias	11 dias
11/04/10 - 01/05/10	8,72	4,5	1289,46	25715	147.738,03			
02/05/10 - 15/05/10	6,90	4,5	715,50	2592	103.668,66		15 dias	10 dias
16/05/10 - 05/06/10	6,87	4,5	985,92	5010	143.376,30		21 dias	14 dias
06/06/10 - 03/07/10	5,86	4,5	1228,92	5923	221.046,27		28 dias	21 dias
04/07/10 - 15/07/10	9,52	4,5	793,90	3096	83.435,40	troca de resina de cola na de colagem	12 dias	9 dias
16/07/10 -								


**INDICADORES DE MELHORIAS**





**ANEXO XXXVI – Procedimento Operacional Para o Enchimento de Placas de  
Piso Elevado (Setor de Piso Elevado)**

---

	Procedimento de Operação Enchedora de Concreto	<u>PO-016.01</u>
		Janeiro 2010
		254/275

**1. Objetivo**

Apresentar a sistemática para realização de operação para enchimento de placas de piso elevado através da enchedora de concreto.

**2. Documentos de referência**

Não aplicável.

**3. Siglas**

CQ – Controle da Qualidade

**4. Referências**

Não aplicável.

**5. Registros necessários**

RQ-03 Registro de inspeção de produção

**6. Descrição:**

**6.1 Operação**

**6.1.1 Funcionamento**

1. Ligar o ar da máquina;
2. Ligar chave geral do equipamento;
3. Ligar misturador de massa do equipamento;
4. Posicionar o bico para dentro do misturador;

## **ANEXO XXXVI – Procedimento Operacional Para o Enchimento de Placas de Piso Elevado (Setor de Piso Elevado)**

---

5. Levar bico de enchimento até uma placa de piso elevado e observar se a dosagem da massa é suficiente para o total enchimento da mesma. Caso há uma necessidade de mudança de dosagem (pressão da bomba ou bico ou quantidade de massa):
  - Apertar o botão “Fi/RST” uma vez;
  - Apertar o botão “P” duas vezes até o relógio no painel piscar;
  - Apertar seta para cima;
  - Havendo necessidade de mudança para dezena apertar a seta para o adô e novamente a seta para cima e assim sucessivamente;
  - Para encerrar o processo apertar o botão “P” novamente uma vez e posteriormente o botão “Fi/RST” uma vez.

OBS: manter a pressão da bomba menor do que o bico para não haver derrame da massa de concreto:

**Pressão do bico: 19.03 un**

**Pressão da bomba: 18.53 un**

**Quantidade de massa de concreto na placa de 600x600x30: 5.2 litros**

**Quantidade de massa de concreto na placa de 615x615x25: 4.2 litros**

### **6.1.2 Limpeza do equipamento**

Na parada do almoço deverá ser feita uma limpeza prévia para retirada do material em excesso do misturador e pistola da máquina de enchimento de massa de concreto para não haver danos no equipamento por secagem do produto.

#### **6.1.2.1 Lavagem**

1. Ligar a chave de limpeza;

OBS: usar somente água para lavagem do tanque. Havendo necessidade poderá ser usado outro produto que não danifique o equipamento.

2. Observar a água utilizada na limpeza. Esta tem que transparecer para ter melhor lavagem do equipamento;
3. Desligue a chave de limpeza, colocando-a ao centro (entre limpeza e dosagem);
4. Desligar o agitador;
5. Desligar chave geral
6. Desligar o ar;
7. Retirar o bico da pistola de enchimento para limpeza;
8. Após a limpeza introduzir o bico ao local de origem;
9. Esgotar o ar se houver água no filtro;

## ANEXO XXXVI – Procedimento Operacional Para o Enchimento de Placas de Piso Elevado (Setor de Piso Elevado)

OBS: - observar o nível de óleo no cilindro. Estando abaixo do nível completar somente com óleo “C10” que é utilizado no equipamento. Não molhar ou lavar motores ou chave geral. Há risco de danos ao equipamento.

10. Após a limpeza deixar uma quantidade mínima de água no fundo do misturador para evitar entupimento do mesmo até o próximo dia de produção.

### 6.2 Inspeção e registros

Haverá inspeção durante o expediente e após a limpeza da área de trabalho para evitar maiores danos aos equipamentos utilizados no enchimento de placas de piso elevado e fabricação da mistura da massa de concreto. Havendo algum problema, identificado pelo empregado do setor, o ocorrido deverá ser advertido e registrado.

### 6.4 Alterações no processo de produção

O operador deve parar seu processo de produção e entrar em contato com o supervisor sempre que houver a necessidade de mudança no conteúdo das batidas da mistura de massa de concreto.

#### 6.3.1 Manutenção de equipamento

Fazer uma manutenção preventiva anualmente sendo limpeza do maquinário e troca de peças com desgaste excessivo ou com vida útil já ultrapassado.  
Trocar equipamentos desgastados ou com defeito.

#### 6.3.2.1 Características de um produto não conforme

Não aplicável

Elaborado por: Carlos Henrique R. Massote

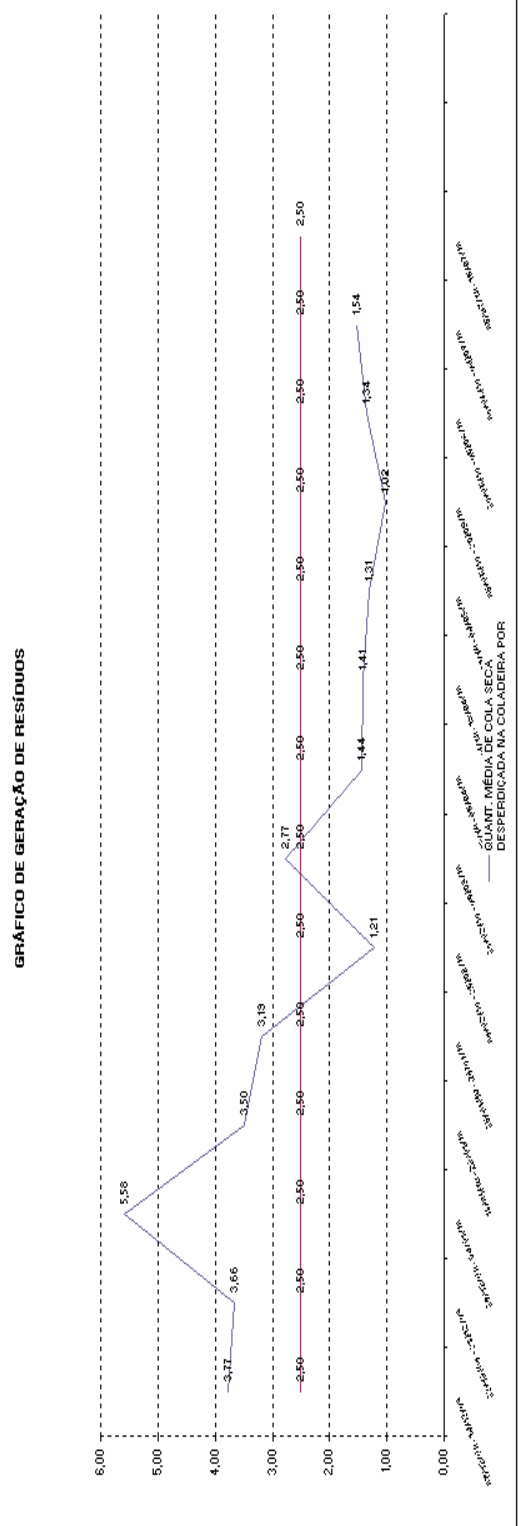
Aprovado por:

#### Histórico das revisões

Revisão	Data	Descrição da alteração	Observações

## ANEXO XXXVII - Planilha Indicadora de Quantidade Desperdiçada de Cola Seca na Coladeira por Metro Quadrado Colado de Painéis/Portas. (g/m<sup>2</sup>)

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE INDICADOR DE GERAÇÃO DE RESÍDUO										
ÍNDICE DA QUANTIDADE DESPERDIÇADA DE COLA SECA NA COLADEIRA POR METRO QUADRADO COLADO DE PAINÉIS / PORTAS (g/m <sup>2</sup> )										
PERÍODO	QUANT. MÉDIA DE COLA SECA DESPERDIÇADA NA COLADEIRA POR M <sup>2</sup> DE CHAPA COLADA EM (g/m <sup>2</sup> )	OBJETIVO ECONÔMICO PARA TROCA DO ESBAFHO DA COLADEIRA	VALOR	RESÍDUO LÍQUIDO DE COLA	PRODUÇÃO PAINEL	PRODUÇÃO PORTA	PRODUÇÃO TOTAL (m <sup>2</sup> )	EVENTOS OCORRIDOS NO PERÍODO (OBSERVAÇÃO)	PERÍODO DA AMOSTRAGEM	PERÍODO DE AMOSTRAGEM (DIAS ÚTEIS)
07/12/09 - 14/12/09	3,77		2,50	153,50	6964	1440	40.736,52		7 dias	4 dias
22/12/09 - 28/12/09	3,66		2,50	141,39	6876	960	38.614,68		6 dias	4 dias
29/12/09 - 04/01/10	5,58		2,50	161,00	5040	864	28.861,92		7 dias	3 dias
18/01/10 - 22/01/10	3,50		2,50	137,39	6576	1584	39.247,20		5 dias	5 dias
25/01/10 - 29/01/10	3,19		2,50	146,00	8016	1344	45.799,20		5 dias	5 dias
09/02/10 - 25/02/10	1,21		2,50	101,50	14640	2494	83.782,32	troca do rolo e celeron da coladeira	16 dias	11 dias
26/02/10 - 09/03/10	2,77		2,50	191,00	18235	2346	68.277,63	troca do fornecedor de resina	12 dias	9 dias
10/03/10 - 05/04/10	1,44		2,50	226,00	27664	4320	156.949,92		25 dias	22 dias
06/04/10 - 18/04/10	1,41		2,50	126,50	15164	3346	89.539,00		13 dias	9 dias
19/04/10 - 04/05/10	1,31		2,50	159,50	21187	3792	121.885,47		16 dias	12 dias
05/05/10 - 20/05/10	1,02		2,50	106,50	18450	2688	104.002,74		15 dias	11 dias
20/05/10 - 05/06/10	1,34		2,50	146,50	18438	4146	109.016,02		18 dias	11 dias
06/06/10 - 04/07/10	1,54		2,50	300,00	34971	6923	195.536,27		23 dias	21 dias
05/07/10 - 15/07/10			2,50							



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)