

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO (EA)
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS (DCA)**

Greyce dos Santos Borges

**ECOEFIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO NO GRUPO
GERDAU**

Porto Alegre

2008

Greyce dos Santos Borges

**ECOEFIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO NO GRUPO
GERDAU**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Luís Felipe Machado do Nascimento

Porto Alegre

2008

Greyce dos Santos Borges

**ECOEFIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO NO GRUPO
GERDAU**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Conceito final:

Aprovado em _____ de _____ de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Orientador – Prof. Dr. Luís Felipe Machado do Nascimento

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, por seu imenso amor, carinho, paciência, total dedicação e luta, especialmente por ser uma pessoa batalhadora e que nunca deixou que as adversidades da vida tirassem o sorriso do seu rosto.

Agradeço ao meu querido professor Luis Felipe do Nascimento pelo aprendizado valioso, por toda ajuda na elaboração deste trabalho e principalmente por sua paciência.

Agradeço a todos os meus amigos por me proporcionaram muitos momentos de felicidade e companheirismo, e por me ensinarem o valor de uma amizade verdadeira.

“Aquilo que não me mata, me fortalece.”

Nietzsche

RESUMO

Este trabalho propôs verificar se os investimentos em medidas ecoeficientes implantadas no Grupo Gerdau trouxeram retornos financeiros para a companhia. A crescente demanda por premissas e ações de proteção ambiental dos últimos tempos, aliada a uma constante exigência da sociedade para que as empresas sejam responsáveis não somente nos âmbitos econômico e social, mas também no ambiental, faz com que as corporações comecem a repensar seus processos produtivos na busca de alternativas que minimizem os impactos ambientais de seus processos produtivos. Neste contexto, cada vez mais as companhias procuram investir em medidas ecoeficientes, visando não só reduzir os impactos ambientais mas também tornar seus processos mais eficientes e menos custosos. O estudo levantou dados financeiros e ambientais referentes a quatro investimentos realizados em duas usinas do grupo. A análise buscou verificar quais os impactos da atividade siderúrgica no meio ambiente e os ganhos ambientais resultantes da implantação destas medidas, bem como os retornos financeiros obtidos.

Palavras chaves: Ecoeficiência. Produção Mais Limpa. Retorno Financeiro sobre Investimentos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Concentrações Atmosféricas de Dióxido de Carbono, Metano e Óxido nitroso.....	17
Figura 2 – Cenários Projetados de Temperatura Média Global para o Século XXI	19
Figura 3 - Mudanças observadas na (a) Temperatura Média Global da Superfície, (b) Média Global da Elevação do Nível do Mar e (c) Cobertura de Neve do Hemisfério Norte.....	20
Figura 4 – Produção mais Limpa.....	24
Figura 5 – Princípios Hierárquicos da P+L	26
Figura 6 - Custos e Benefícios da P+L.....	28
Figura 7 – Etapas e Passos da P+L.....	30
Figura 8 – Etapas para Avaliação Financeira de Investimentos.....	32
Figura 9 – Fluxos de Caixa Líquidos Projetados.....	35
Figura 10 – Fluxos de Caixa de dois Projetos Distintos.....	36
Figura 11 – Fluxos de Caixa Projetados para cálculo da TIR	38
Figura 12 – VPL a diferentes taxas de desconto	39
Figura 13 – Fluxograma do Processo de Produção de Aço.....	47
Figura 14 – Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais.....	51
Figura 15 – Fluxo do Processo do Sistema de Tratamento de Água Industrial.....	54
Gráfico 1 - Média Anual de Captação de Água no Rio Jacuí.....	55
Gráfico 2 - Redução Projetada versus Redução Real do Consumo.....	56
Gráfico 3 – Custos Projetados com e sem a Realização do Investimento.....	57
Gráfico 4 – Diferença de Gastos Totais.....	58
Gráfico 5 – Média Anual de Efluente descartado no Rio Jacuí.....	62
Gráfico 6 – Concentração Média Anual de Sólidos Suspensos presentes na Água	62
Gráfico 7 – Comparativo de Custos Totais	66
Gráfico 8 – Comparativo de Custos a dois diferentes percentuais de Reaproveitamento.....	67

Quadro 1 – Cenários de preços da Energia.....75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Redução Projetada do Consumo nos primeiros 4 anos	55
Tabela 2 – Redução Real do Consumo nos primeiros 4 anos	55
Tabela 3 – Custos Projetados com e sem o Investimento.....	56
Tabela 4 – Fluxo de Caixa Projetado	59
Tabela 5 – Custos Reais	60
Tabela 6 – Fluxo de Caixa Real	60
Tabela 7 – Produção, Reciclagem e Venda de Resíduos.....	64
Tabela 8 – Principais Resíduos gerados na Fabricação de Aços Especiais.....	65
Tabela 9 – Tratamento, Destinação e Transporte de Pós, Lamas e Escórias	65
Tabela 10 - Destinação, Transporte e Tratamento de Pós, Lamas e Escórias	66
Tabela 11 – Redução de 10% na Geração de Resíduos e Aumento de 10% na Reutilização ..	66
Tabela 12 – Fluxo de Caixa do Investimento	69
Tabela 13 – Custos dos Insumos por tonelada de aço	70
Tabela 14 – Fluxo de Caixa projetado.....	73
Tabela 15 – Fluxo de Caixa projetado com Baixa do preço.....	76
Tabela 16 – Fluxo de Caixa projetado com Alta do preço	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	15
2 AS MUDANÇAS GLOBAIS, MEDIDAS ECOEFICIENTES E O RETORNO FINANCEIRO SOBRE INVESTIMENTOS	16
2.1 AS MUDANÇAS GLOBAIS	16
2.1.1 As mudanças climáticas	18
2.1.2 Siderurgia e meio ambiente	20
2.2 ECOEFICIÊNCIA	21
2.2.1 Dimensões da Ecoeficiência	21
2.2.2 Ferramentas de ecoeficiência.....	22
2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)	23
2.3.1 Conceito de P+L.....	24
2.3.2 Benefícios do Investimento em P+L	27
2.3.3 Implementação da P+L	28
2.3.4 Barreiras à implementação da P+L na perspectiva da indústria.....	30
2.4 RETORNOS FINANCEIROS SOBRE INVESTIMENTOS	31
2.4.1 Valor Presente Líquido (VPL).....	32
2.4.2 Período de payback	35
2.4.3 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	37
3 O MERCADO DO AÇO	41
3.1 OFERTA MUNDIAL DE AÇO	41
3.1.1 Mercado Interno	42
3.1.3 Exportação	42
3.1.4 Consumo Interno	43
3.2 O GRUPO GERDAU	43
3.2.1 Processo de Produção do Aço na Gerdau.....	45
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	50

5.1 IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS ECOEFICIENTES	50
5.1.1 Investimento em P+L: Tratamento e Recirculação das Águas Industriais.....	53
5.1.2 Investimento em Medidas Ecoeficientes: Maior Reciclagem e Reaproveitamento dos Resíduos	63
5.1.3 Investimento em P+L: Redução de Sucata por Corrida de Aço Inox	68
5.1.4 Investimento em P+L: Co-geração de energia elétrica	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS	81
ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS	84
ANEXO B – PLANILHAS SUPORTE PARA CÁLCULO DA TIR DOS INVESTIMENTOS (ÁGUA).....	85
ANEXO C - PLANILHAS SUPORTE PARA CÁLCULO DA TIR DOS INVESTIMENTOS (SUCATA)	87
ANEXO D - PLANILHAS SUPORTE PARA CÁLCULO DA TIR DOS INVESTIMENTOS (ENERGIA).....	88

1 INTRODUÇÃO

Até o século XVI, as únicas formas de energia à disposição do homem eram praticamente as energias manual e animal, o que limitava a ação humana. A Revolução Industrial, com a invenção da máquina a vapor, permitiu que o ser humano pudesse facilmente transformar combustíveis abundantes na natureza como o carvão em energia, e utilizá-la como quisesse.

A Revolução Industrial também possibilitou ao homem a expansão da sua capacidade de produção e com isso permitiu que ele tivesse uma maior interferência na natureza. Com o uso da energia dos combustíveis fósseis, o homem podia modificar de forma radical o espaço natural a sua volta. As conseqüências disso foram o aumento da utilização dos recursos naturais, tanto pela necessidade crescente de matérias-primas como de combustíveis para abastecer as máquinas, e o aumento da degradação ambiental em função dos resíduos e efluentes gerados no processo produtivo. (Oliveira, 2008).

A preocupação com impactos ambientais gerados pela ação do homem, somente passou a ter maior destaque a partir da década de 50, motivada pela queda da qualidade de vida em algumas regiões do planeta. A partir deste período, surgiram movimentos ambientalistas em todo o mundo e agências governamentais voltadas especificamente para as questões ambientais dos países, além da realização de conferências em nível internacional para a discussão dos problemas ambientais (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, publicou o Relatório Nosso Futuro Comum, aprofundando o debate sobre a conexão entre as questões ambientais e o desenvolvimento. Neste relatório, foi definido o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

A constatação de que os recursos naturais não são inesgotáveis e que não é possível continuar com o crescimento econômico sem considerar a variável meio ambiente, propõe a busca de soluções alternativas para as empresas, como adotar a ecoeficiência no seu processo produtivo.

A ecoeficiência é definida como a produção de bens e serviços a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo em que, progressivamente, são reduzidos os impactos ambientais e o consumo de recursos naturais em todo o ciclo de vida, em consonância com a capacidade estimada do planeta em prover estes recursos e absorver os impactos. (WBCSD, 2000).

Pode-se dizer que ecoeficiência é saber combinar desempenho econômico e ambiental, reduzindo impactos ambientais; usando mais racionalmente matérias-primas e energia; reduzindo os riscos de acidentes e melhorando a relação da organização com as partes interessadas (stakeholders).

Uma das ferramentas que viabilizam a ecoeficiência é a produção mais limpa.

A produção mais limpa é definida como a aplicação contínua de uma estratégia preventiva, econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, buscando aumentar a eficiência do uso de matérias-primas, água e energia, através da redução ou reciclagem de resíduos gerados nos processos produtivos.

Nos processos produtivos, a produção mais limpa inclui o uso mais eficiente de matérias-primas, insumos e energia, redução de materiais tóxicos e a minimização de resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas na fonte. (Kiperstok, 2008).

O projeto Ecoprofit (Ecological Project For Integrated Environmental Technologies), iniciado em 1991 pela United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) e pela United Nations Environmental Programme (UNEP), criou Centros Nacionais de Produção Limpa, com o objetivo de desenvolver a produção mais limpa como uma forma de redução ou eliminação dos resíduos e prevenção à poluição em países em desenvolvimento.

As reflexões sobre a temática ambiental têm trazido grandes questionamentos ao papel da indústria na sociedade moderna, não só quanto à extração de insumos produtivos da natureza, mas também quanto às conseqüências dos modelos de produção e consumo dominantes, baseados no aumento crescente da demanda por produtos. Esse processo tem se mostrado bastante intenso em setores industriais historicamente associados à degradação incisiva e sistemática do ambiente, como é o caso da siderurgia.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), produzir mais aço com menos insumos e matérias-primas é hoje uma das prioridades da siderurgia brasileira. Os programas de conservação de energia, de recirculação de águas e de reciclagem do aço e co-produtos têm aumentado a ecoeficiência do setor.

No setor siderúrgico brasileiro, os investimentos em proteção ambiental buscando a ecoeficiência do processo produtivo ao longo dos últimos anos somaram grandes quantias. Entre 1994 e 2005 foram investidos R\$1,6 bilhão em meio ambiente, segundo dados do IBS.

O presente trabalho vislumbra verificar se os investimentos na ecoeficiência do processo produtivo, utilizando a ferramenta produção mais limpa ou simplesmente adotando-se medidas ecoeficientes, geram além de retornos ambientais, retornos financeiros para a indústria siderúrgica.

Sendo assim, o problema central do estudo é:

Os investimentos em Ecoeficiência na indústria siderúrgica geram retornos financeiros?

1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo é pertinente pelo fato de que há uma crescente demanda pelas premissas e ações de proteção ao meio ambiente nos últimos tempos, devido ao aquecimento global, a escassez dos recursos naturais e uma constante preocupação da sociedade em torno da questão ambiental. A degradação ambiental vem ganhando maior visibilidade, fazendo com que as empresas que utilizam recursos naturais e poluem o meio ambiente, como é o caso das indústrias siderúrgicas, tomem atitudes quanto à preservação e recuperação ambiental.

Os complexos siderúrgicos não só criam sérios riscos para a saúde de trabalhadores e moradores do entorno das usinas, como também estão relacionados ao intenso uso de recursos naturais e à degradação do território onde se instalam. Além de ser considerada uma atividade altamente poluente, a produção de aço demanda uma enorme quantidade de energia, principalmente na forma de carvão mineral (com os devidos impactos sobre as mudanças climáticas) ou carvão vegetal (cuja produção é associada à destruição de matas nativas e à expansão da monocultura de eucalipto) (Milanez, 2007).

Outro fator importante é a mudança no clima do planeta, que poderá representar altos custos para cidadãos, governos e empresas - mas também poderá criar novas e lucrativas oportunidades de negócios (Teixeira, 2007).

Uma elevação de 1 grau centígrado na temperatura do planeta pode custar 300 bilhões de dólares por ano à economia mundial, totalizando 2 trilhões de dólares em 2050; o consumo per capita pode cair até 20% devido ao aquecimento global; o custo de reduzir as emissões pode atingir 1% da economia mundial na metade do século (Teixeira, 2007).

Neste contexto, os investimentos em ecoeficiência fazem com que as empresas adotem uma postura preventiva em relação ao meio ambiente, agregando valor à sua marca, evitando problemas com a sua imagem e melhorando seu processo produtivo.

Em função disto, a adoção de medidas ecoeficientes surge como uma alternativa para a obtenção de soluções aos principais problemas da indústria: otimização da utilização da matéria-prima e dos insumos, redução da geração de resíduos e aumento da lucratividade.

A presente proposta tem como objetivo analisar se tais investimentos geram, além de retornos ambientais, retornos financeiros para as indústrias siderúrgicas.

A conclusão sobre tal estudo, se considerada positiva, pode ser tomada como base para outros setores industriais que desejam adotar a ecoeficiência no seu processo produtivo, protegendo o meio ambiente, agregando valor a sua marca e aumentando sua lucratividade.

1.2 OBJETIVOS

A seguir serão expostos os objetivos que norteiam este estudo.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é verificar se os investimentos em medidas ecoeficientes geram retornos financeiros para a indústria siderúrgica escolhida para este estudo.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos buscam:

- a) Avaliar os impactos ambientais da atividade siderúrgica;
- b) Avaliar os ganhos ambientais decorrentes dos investimentos em medidas ecoeficientes;
- c) Verificar se os investimentos em medidas ecoeficientes geram retornos financeiros.

No capítulo 2 será apresentada uma breve revisão teórica acerca das transformações globais, da ecoeficiência e do retorno financeiro sobre investimentos. A seguir, no capítulo 3, serão apresentadas informações sobre o mercado mundial do aço, a organização escolhida para este estudo e o seu processo produtivo. No capítulo 4 é apresentado o método utilizado. No capítulo 5 é exposta a análise dos resultados e por fim, no capítulo 6, as considerações finais.

2 AS MUDANÇAS GLOBAIS, MEDIDAS ECOEFICIENTES E O RETORNO FINANCEIRO SOBRE INVESTIMENTOS

Para que os objetivos propostos sejam atingidos, faz-se necessário uma revisão teórica dos conceitos relacionados acerca do assunto a ser desenvolvido.

2.1 AS MUDANÇAS GLOBAIS

O homem provoca diversas mudanças no ambiente em que vive. Na pré-história essas mudanças não tinham um grande impacto sobre o ambiente. O número de habitantes da Terra era pequeno e a capacidade de alteração do homem limitada tecnologicamente. À medida que o tempo passou, a população aumentou e a capacidade tecnológica da sociedade humana para alterar o ambiente se desenvolveu, permitindo então uma maior pressão sobre os recursos naturais (Oliveira, 2008).

Com a Revolução Industrial, as mudanças causadas pelo ser humano no ambiente aceleraram, especialmente no que diz respeito ao consumo de recursos naturais, tanto como matéria-prima quanto como absorvente dos subprodutos dos processos industriais (lixo, esgoto, etc.). Devido à urbanização e melhoria das condições de saúde, a população teve um crescimento estrondoso. Com isso, os padrões de consumo também aumentaram, causando uma pressão ainda maior sobre os recursos naturais. Para fazer frente a esse consumo, as alterações nos ecossistemas foram radicais. Como exemplo dessas alterações, o aumento das emissões de gases de efeito estufa em consequência da elevação dos padrões de consumo (Oliveira, 2008).

As concentrações atmosféricas globais de dióxido de carbono, metano e óxido nítrico aumentaram bastante em consequência das atividades humanas desde 1750 e agora ultrapassam em muito os valores pré-industriais determinados com base em testemunhos de gelo de milhares de anos (Figura 1). Os aumentos globais da concentração de dióxido de

carbono se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra. Já os aumentos da concentração de metano e óxido nitroso são devidos principalmente à agricultura (IPCC, 2007).

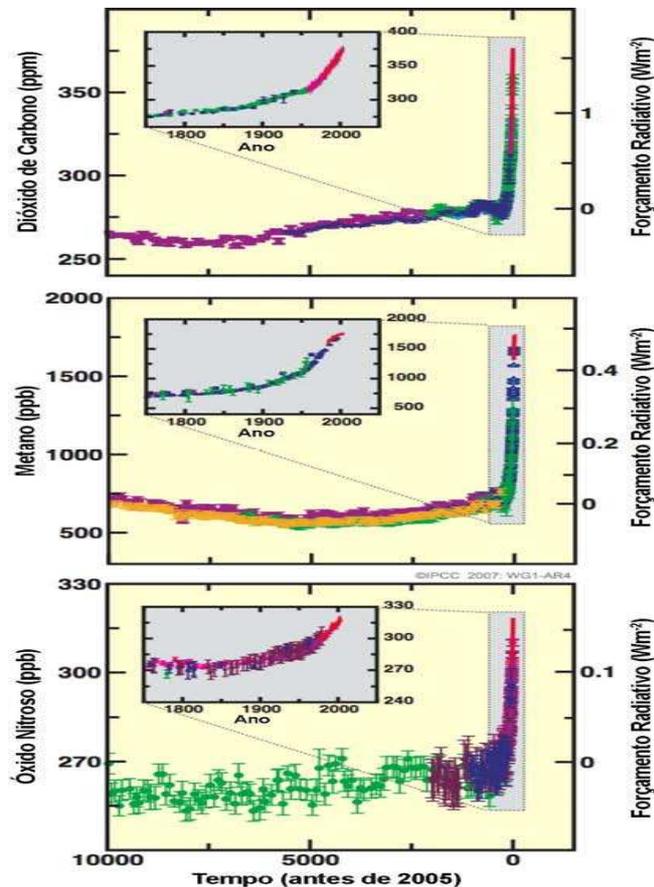


Figura 1 - Concentrações Atmosféricas de Dióxido de Carbono, Metano e Óxido nitroso

Fonte: IPCC (2007. p. 4).

De acordo com Pascoal (2002), devido às alterações provocadas pela humanidade, o planeta passou a enfrentar uma nova realidade: a mudança de temperatura causada pelo homem através da poluição. Este problema começou a ser sentido primeiramente nos microclimas¹, com o aumento da temperatura nos grandes centros urbanos e depois no macroclima², com o derretimento das geleiras e o conseqüente aumento do nível do mar.

¹ Aspectos do clima em um espaço da superfície terrestre que se distinguem do clima local devido aos efeitos característicos da superfície em que se encontra.

² Clima médio ocorrente num território relativamente vasto.

2.1.1 As mudanças climáticas

De acordo com Oliveira (2008), as mudanças climáticas são o fenômeno de aumento médio da temperatura da Terra causado pelo avanço da concentração de alguns gases na atmosfera, os chamados “Gases de Efeito Estufa” (GEE).

Durante o dia, parte da energia solar é captada pela superfície da Terra e absorvida, outra parte é irradiada para a atmosfera. Os gases naturais que existem na atmosfera funcionam como uma capa protetora que impede a dispersão total desse calor para o espaço exterior, evitando que durante o período noturno se perca calor. E como tal, o planeta permanece quente (Houghton, 2004).

O processo que cria o efeito estufa é natural e é responsável pelo aquecimento do planeta. Certos gases, como o dióxido de carbono, criam uma espécie de telhado, como o de uma estufa, sobre a Terra, deixando a luz do Sol entrar e não deixando o calor sair (Houghton, 2004).

De acordo com o Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (IPCC), existem evidências consistentes para mostrar que este fenômeno está ocorrendo:

- O período 1995-2006 está entre os doze anos mais quentes desde 1850;
- A temperatura média do hemisfério norte durante a segunda metade do século XX foi possivelmente a mais quente dos últimos 500 anos;
- A temperatura média do Ártico cresceu quase o dobro da taxa média global nos últimos 100 anos.

As análises do IPCC indicam que a temperatura média da superfície terrestre elevou-se entre 0,6° e 0,7° C no último século. Além disso, estima-se que até o fim deste século a temperatura da Terra deve subir entre 1,8°C e 4°C, o que aumentaria a intensidade de tufões e secas. Nesse cenário, um terço das espécies do planeta estaria ameaçada. Populações estariam mais vulneráveis a doenças e desnutrição.

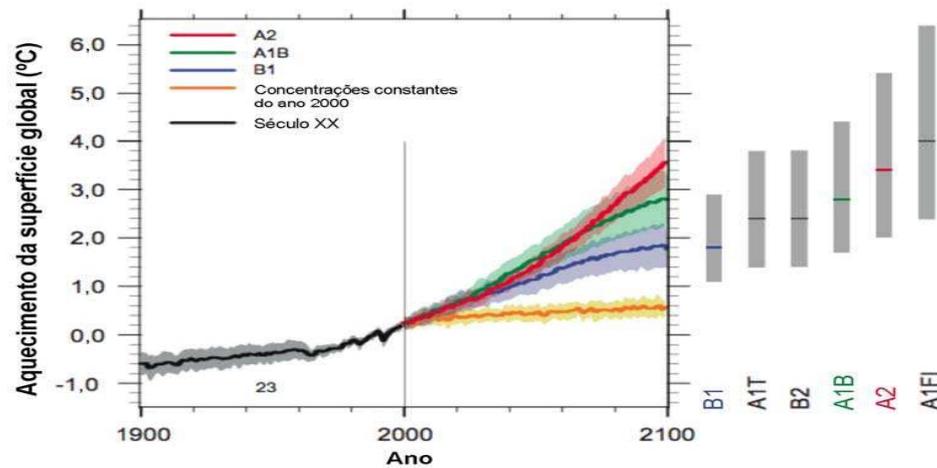


Figura 2 – Cenários Projetados de Temperatura Média Global para o Século XXI

Fonte: IPCC (2007, p. 20).

Observações desde 1961 mostram que a temperatura média do oceano global aumentou em profundidades de até pelo menos 3000 metros, e que o oceano tem absorvido mais de 80% do calor acrescentado ao sistema climático. Esse aquecimento faz com que a água do mar se expanda, o que contribui para a elevação do nível do mar (IPCC,2007).

A média global do nível do mar subiu a uma taxa média de 1,8 (1,3 a 2,3) milímetros por ano, no período de 1961 a 2003. A taxa foi mais acelerada ao longo do período de 1993 a 2003, cerca de 3,1 (2,4 a 3,8) milímetros por ano (IPCC,2007).

As geleiras de montanha e a cobertura de neve diminuiram, em média, nos dois hemisférios. Reduções generalizadas das geleiras e calotas de gelo contribuíram para a elevação do nível do mar (IPCC,2007).

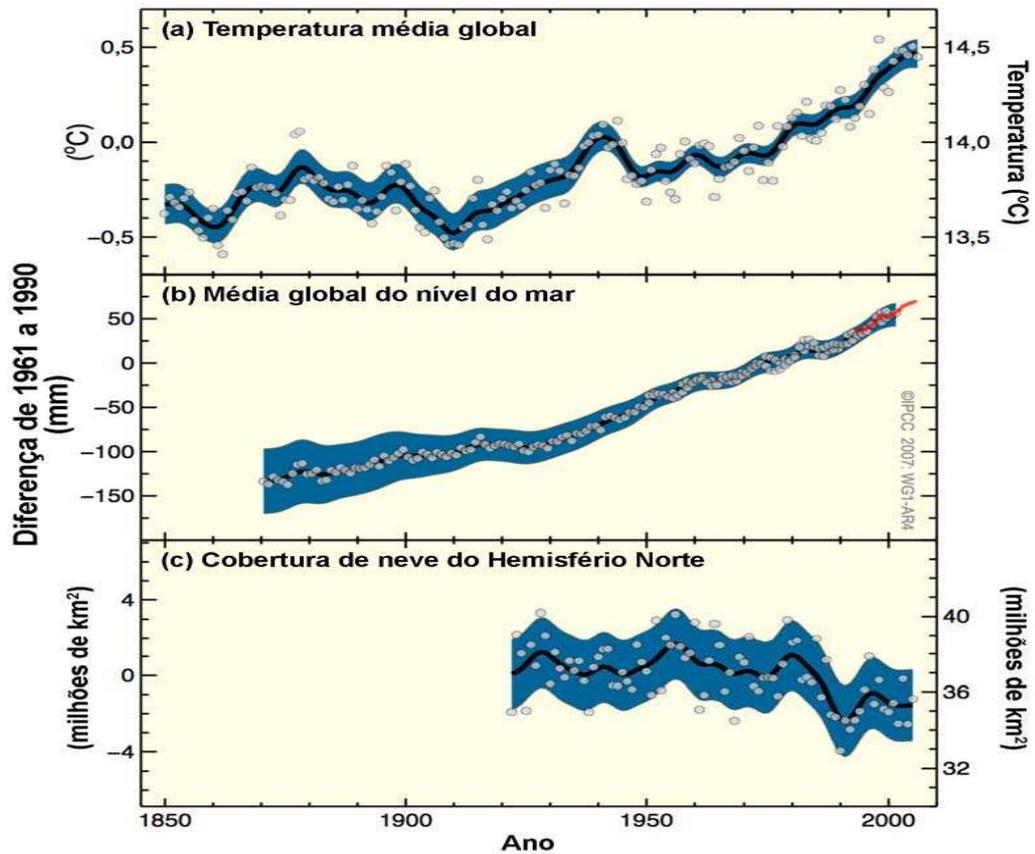


Figura 3 - Mudanças observadas na (a) Temperatura Média Global da Superfície, (b) Média Global da Elevação do Nível do Mar e (c) Cobertura de Neve do Hemisfério Norte

Fonte: IPCC (2007, p. 9).

Segundo estudo publicado pela WWF (Fundo Mundial para a Natureza), o derretimento das geleiras no Ártico, no Pólo Norte, acontece "muito mais rápido" que o previsto até então e se aproxima do "ponto de não retorno". O volume das camadas de gelo do oceano conheceu uma redução de 39% em relação ao volume médio observado de 1979 a 2000.

Além disso, a concentração global de dióxido de carbono (CO₂) e de óxido nitroso (dois tipos de gases de efeito estufa) em 2005 foi a mais elevada da história, segundo dados divulgados pela World Meteorological Organization (WMO).

2.1.2 Siderurgia e meio ambiente

As indústrias siderúrgicas estão entre as que mais emitem os gases de efeito estufa, como aponta relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Na lista das 100 indústrias paulistas campeãs em emissão de CO₂ no ano de 2007, em um levantamento feito pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em primeiro lugar está uma indústria siderúrgica.

De acordo com o IBS, buscando reduzir o caráter nocivo desta situação, as siderúrgicas vêm trabalhando mundialmente para otimizar sua matriz energética, investindo em gestão ambiental e avançadas tecnologias para preservação do meio ambiente, aumentando assim a ecoeficiência do setor.

2.2 ECOEFICIÊNCIA

A ecoeficiência é definida como a produção de bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, ao mesmo tempo em que, progressivamente, são reduzidos os impactos ambientais e o consumo de recursos naturais em todo o ciclo de vida, em consonância com a capacidade estimada do planeta em prover estes recursos e absorver os impactos. (WBCSD, 2000).

Este conceito descreve uma visão para a produção de bens e serviços que possuam valor econômico enquanto reduzem os impactos ecológicos da produção (WBCSD, 2000).

A diminuição dos impactos ambientais, através da redução da entrada de materiais (recursos naturais, água, ar e energia) por unidade de produção, transforma-se em um aumento da produtividade. O uso mais produtivo dos recursos torna as companhias mais competitivas, criando na prática uma ligação entre a liderança ambiental e viabilidade econômica (WBCSD, 2000).

2.2.1 Dimensões da Ecoeficiência

De acordo com o WBCSD (2000), as sete dimensões da ecoeficiência aplicáveis para toda empresa que forneça produtos e serviços, modifique processos ou tome ações que tenham relação com o meio ambiente são as seguintes:

- reduzir a intensidade do consumo de materiais utilizado em produtos e serviços;
- reduzir a intensidade do consumo de energia utilizada nos bens e serviços;
- reduzir a dispersão de materiais tóxicos;
- promover reciclagem;
- maximizar o uso de recursos renováveis;
- estender a durabilidade dos produtos;
- aumentar a intensidade do uso de produtos e serviços.

Desta forma, assumindo que os produtos e serviços fornecidos permitam o desenvolvimento econômico, eles serão mais eficientes do ponto de vista ambiental, na medida em que utilizem mais dimensões da ecoeficiência (WBCSD, 2000).

2.2.2 Ferramentas de ecoeficiência

Segundo o WBCSD (2000), a ecoeficiência engloba ferramentas tais como:

- Produção mais limpa ou prevenção à poluição;
- Análise de ciclo de vida e “Design for Environment”;
- Contabilidade ambiental;
- Indicadores de ecoeficiência e de desempenho ambiental;
- Relatórios de desempenho ambiental;

- Sistemas de gestão ambiental.

Neste trabalho será apresentada mais detalhadamente a ferramenta Produção Mais Limpa.

2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

De acordo com Nascimento, Lemos e Mello (2008), no modelo atual de produção, existem pelo menos duas características comuns a quase todos os setores produtivos: o desperdício de matérias-primas e de energia. Geralmente estes desperdícios ocorrem pela intensa geração de rejeitos. Com o objetivo de diminuir ou eliminar esses desperdícios, surgiu o conceito de Produção mais limpa (P+L), por ocasião da Rio 92³.

As discussões de 1992 levaram a United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) e a United Nations Environment Programme (UNEP) a criar em 1994 um programa conjunto de incentivo à criação de centros nacionais ou regionais difusores dessa proposta, denominados National Cleaner Production Centers (NCPCs). Inicialmente foram criados nove centros em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, pois estimava-se que nestes locais ocorriam os maiores desperdícios de matérias-primas e energia. Foram ofertados treinamentos, consultorias e suporte financeiro para esses centros, que deveriam encontrar empresas dispostas a implantar as propostas da P+L. As empresas participantes do programa não tinham custos, mas assumiriam o compromisso de divulgar os resultados obtidos e permitir a visita dos interessados em verificar tais resultados. Essas visitas eram chamadas demonstrações em planta e serviam para convencer os interessados de que a implantação de P+L era um bom negócio para qualquer empresa, independente do seu tamanho (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

³ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida também como Cúpula da Terra ou Rio 92.

Em 2004, 10 anos após o início da operação do Programa de Produção Mais Limpa da Unido/Unep, o programa já estava operando em 31 países (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

2.3.1 Conceito de P+L

De acordo com a UNEP/UNIDO, a Produção mais limpa (P+L) é definida como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada (que atinge a totalidade da empresa) nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

Nos processos produtivos, a P+L inclui a utilização mais eficiente das matérias-primas, insumos e energia, além da redução de materiais tóxicos e a minimização da geração de resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas na fonte. (Kiperstok, 2008).

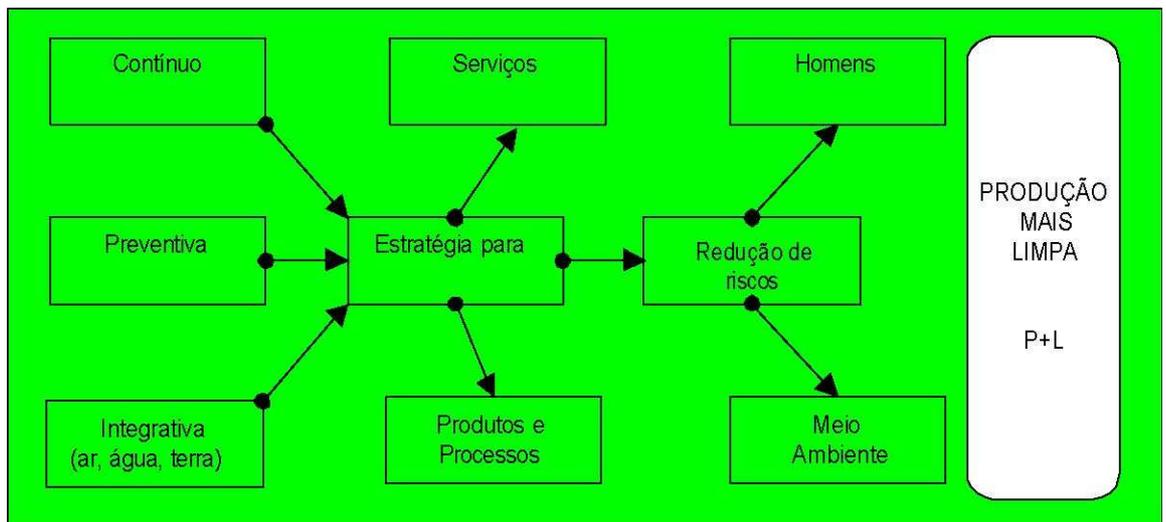


Figura 4 – Produção mais Limpa

Fonte: UNEP/UNIDO (1995, p.5).

Praticar a P+L é fazer ajustes no processo produtivo que permitam a redução da emissão/geração de resíduos diversos, podendo ser feitas desde pequenas reparações no

modelo existente até a aquisição de novas tecnologias. A P+L com seus elementos essenciais adota uma abordagem preventiva em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

Em relação aos processos de produção, a P+L busca a economia de matéria-prima e energia à eliminação do uso de materiais tóxicos e redução das quantidades de resíduos e emissões (Nascimento, Lemos e Mello 2008).

De acordo com Nascimento, Lemos e Mello (2008), a P+L caracteriza-se pelos seguintes aspectos:

- Só a mudança tecnológica pode não ser suficiente para tornar um processo produtivo mais limpo;
- A geração de conhecimento endógeno e a aplicação de know-how (saber como fazer) são peças chaves para o sucesso de um programa de P+L;
- É necessário que ocorram mudanças de atitude em todos os níveis da organização, referentes ao comprometimento com a implantação de um programa de P+L.

Dentre os aspectos citados, a aplicação de *know-how* e a mudança de atitudes são os mais importantes e fundamentais (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

A aplicação de *know-how* significa melhorar a eficiência, adotando melhores técnicas de gestão (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

A mudança de atitude significa encontrar uma nova abordagem para o relacionamento entre a indústria e o ambiente. Repensando um processo industrial ou um produto, em termos de produção mais limpa, pode ocorrer a geração de melhores resultados, sem requerer novas tecnologias (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

De acordo com Nascimento, Lemos e Mello (2008), a ótica e a hierarquia com que trabalha a P+L estão representadas na figura 5. No topo da hierarquia dos objetivos da P+L, à esquerda, está a prioridade: não geração/minimização de resíduos e emissões (nível 1). Somente quando é não for mais possível evitar a geração de resíduos é que estes devem ser reintegrados ao processo produtivo (nível 2). Se essa abordagem não for possível, a empresa deve adotar medidas de reciclagem fora da companhia (nível 3).

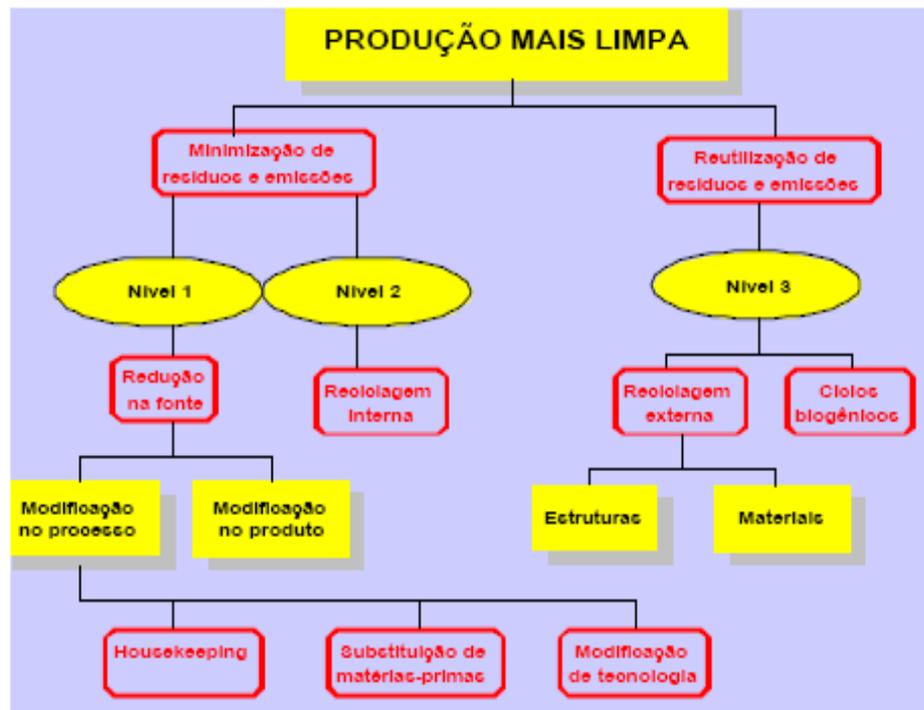


Figura 5 – Princípios Hierárquicos da P+L

Fonte: UNIDO (2001, p.11).

Atualmente, a indústria tem uma participação mais ativa no cumprimento de sua responsabilidade com o meio ambiente. A globalização obriga a indústria a tornar-se um produtor de baixo custo, mantendo a qualidade de seus processos, produtos e serviços, para se manter competitiva no mercado. Sendo assim, pode-se dizer que os objetivos gerais de uma empresa que busca a ecoeficiência, por meio de investimentos em produção mais limpa, são:

- melhorar sua situação econômica;
- reduzir impactos ambientais;
- usar mais racionalmente matérias-primas e energia;
- reduzir os riscos de acidentes;
- melhorar sua relação com as partes interessadas.

Pela definição do programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente de 1995, a produção mais limpa é a melhoria contínua dos processos industriais, produtos e serviços, visando:

- redução do uso de recursos naturais;

- prevenção na fonte da poluição do ar, da água, e do solo;
- redução da geração de resíduos na fonte, visando reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente.

De acordo com a UNEP (1995), alguns pontos-chaves da produção mais limpa são:

- a redução da geração de resíduos e/ou desperdícios em todos os estágios do processo produtivo;
- boas práticas de produção, modificação em processos, mudanças de tecnologia, substituição de matéria-prima e redesenho ou reformulação do produto;
- tornar os processos mais eficientes e de melhor qualidade faz com que os custos de tratamento e disposição final dos resíduos sejam reduzidos e, em alguns casos, eliminados;
- a vantagem ambiental da produção mais limpa é que ela reduz o problema dos resíduos na fonte.

2.3.2 Benefícios do Investimento em P+L

Para Nascimento, Lemos e Mello (2008), outro aspecto importante da P+L são os benefícios financeiros. Investir em P+L é lucrativo pois na maioria das vezes, o retorno do investimento ocorre em um curto espaço de tempo. Ao comparar-se as mudanças que ocorrem na estrutura de custos totais das empresas que implementam a P+L, verifica-se com uma frequência elevada que, os custos relacionados com proteção ambiental, tendem a diminuir ao longo do tempo, pois diversos benefícios são gerados a partir do aumento da eficiência dos processos produtivos, tais como redução no consumo de matérias-primas e energia e diminuição da geração de resíduos.

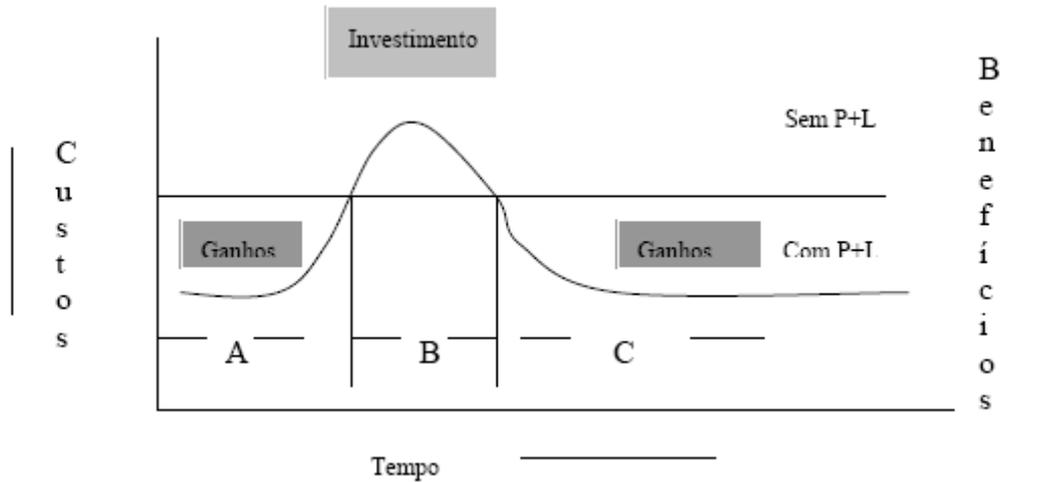


Figura 6 - Custos e Benefícios da P+L

Fonte: Nascimento, Lemos e Mello (2008. p. 196).

Quando a decisão de implantação de ações de P+L é tomada, ocorre uma redução dos custos totais pela adoção de medidas sem investimento. Em um segundo momento, ocorre um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos realizados para as adaptações necessários, como a adoção de novas tecnologias e modificações nos processos existentes. Com a entrada em ação de processos otimizados e novas tecnologias, há uma redução nos custos totais, o que permite a recuperação do investimento inicial e com o passar do tempo, os ganhos com o aumento da eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

Os programas de P+L têm como foco o potencial de ganhos diretos no mesmo processo de produção e de ganho indireto pela eliminação de custos associados ao tratamento e disposição final de resíduos (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

2.3.3 Implementação da P+L

De acordo com Nascimento, Lemos e Mello, (2008), em 1995 foi inaugurado o NCPC brasileiro, denominado Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/Brasil). Localizado em Porto Alegre no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, tem a função de atuar

como instrumento facilitador para a disseminação e implementação do conceito de P+L em todos os setores produtivos.

O programa desenvolvido no Brasil é uma adaptação do programa da Unido/Unep e da experiência da consultoria Stenum na Áustria, que desenvolveu o Ecological Project for Integrated Environmental Technologies (Ecoprofit).

Em 1999 foi iniciado um projeto para implementação da Rede Brasileira de Produção mais Limpa, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável nas micro e pequenas empresas brasileiras, difundindo o conceito de ecoeficiência e a metodologia de P+L como instrumento para aumento da competitividade, inovação e responsabilidade ambiental nos setores produtivos brasileiros.

Para fortalecimento do programa e da rede, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e o Sebrae Nacional promoveram uma readaptação do programa de P+L desenvolvido até então, inserindo duas questões indispensáveis para o sucesso do programa nas empresas: o aspecto comportamental e a gestão organizacional.

Nesta readaptação, a avaliação é feita diretamente sobre um processo, produto ou etapa, utilizando de maneira igual o sentimento do empresário e da equipe de trabalho, estudando os dados obtidos somente sob o foco ambiental, ao contrario da metodologia inicialmente utilizada no Brasil, onde o diagnóstico abrangia toda a empresa utilizando dados verificados em documentos oficiais para depois focar a avaliação em um processo, produto ou etapa. Essa atitude desperta em todos as vantagens obtidas com a implementação de P+L e o raciocínio crítico em relação aos procedimentos adotados na empresa, buscando a eficácia e efetuando as avaliações técnica, econômica e ambiental das soluções. A figura 7 mostra a subdivisão da metodologia de P+L:

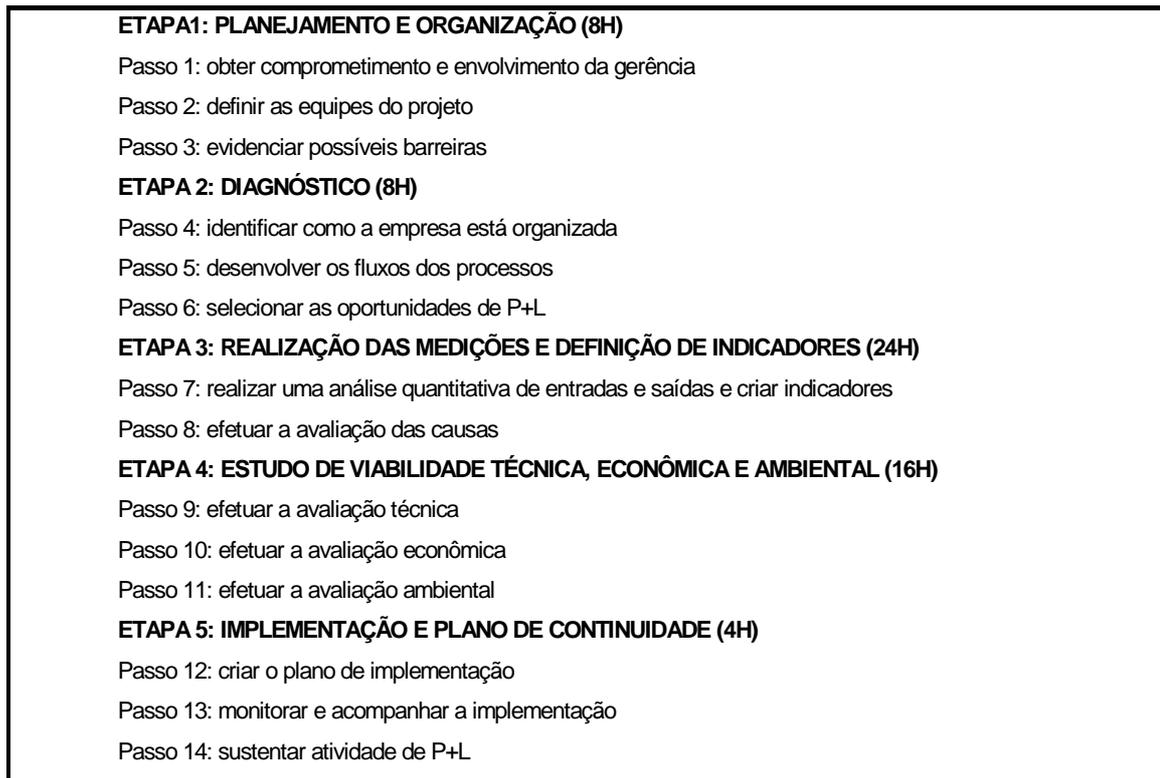


Figura 7 – Etapas e Passos da P+L

Fonte: Nascimento (2008, p. 200).

A metodologia de P+L pode ser uma importante ferramenta no processo de mudanças nas organizações.

2.3.4 Barreiras à implementação da P+L na perspectiva da indústria

Segundo Nascimento, Lemos e Mello (2008), apesar do aspecto atrativo da produção mais limpa devido à redução dos impactos ambientais, a utilização desta ferramenta ainda é limitada. Existem diversos tipos de barreiras, das organizacionais às sistêmicas. De acordo com a UNEP, as principais barreiras financeiras e econômicas à implementação da P+L são:

- Custos elevados para o financiamento de projetos na indústria;
- Ausência de mecanismos e incentivos apropriados para o financiamento de projetos de produção mais limpa;

- Percepção que investimentos em inovação, como uso de tecnologias mais limpas, são de alto risco;
- Normalmente este tipo de investimento não é suficientemente atrativo pois apresenta baixo retorno financeiro.

No próximo capítulo será exposta a revisão teórica acerca de retornos financeiros sobre investimentos.

2.4 RETORNOS FINANCEIROS SOBRE INVESTIMENTOS

De acordo com Ross, Westerfield e Jordan (2000), a administração financeira utiliza-se de diversas técnicas para analisar os retornos financeiros de seus investimentos.

Qualquer empresa possui uma variedade de possibilidades de investimento e cada uma dessas possibilidades é uma opção disponível para a empresa. Algumas opções têm valor e outras não, o que faz com que a essência da administração financeira bem sucedida, seja aprender a identificar quais opções tem valor e quais não tem. (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

A figura 8 ilustra as etapas para a avaliação financeira de investimentos:

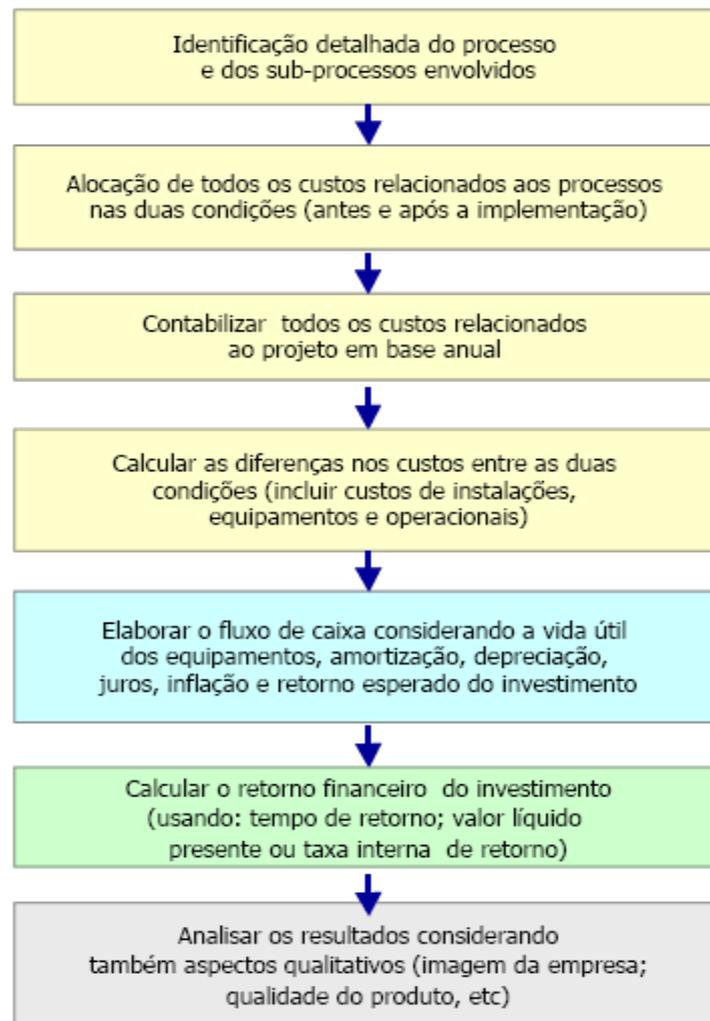


Figura 8 – Etapas para Avaliação Financeira de Investimentos

Fonte: USEPA (2001, p. 11).

Neste contexto, examinaremos os seguintes métodos de decisão de investimento: Valor Presente Líquido (VPL), período de Payback e Taxas Internas de Retorno.

2.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) é a diferença entre o valor de mercado de um investimento e o seu custo. Em outras palavras, o valor presente líquido é uma medida de

quanto valor é criado ou adicionado hoje por realizar um investimento. (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Por considerar o valor do dinheiro no tempo, o VPL é considerado uma técnica sofisticada de orçamento de capital. Esse tipo de técnica desconta os fluxos de caixa da empresa a uma determinada taxa. Essa taxa, freqüentemente chamada de taxa de desconto, custo de oportunidade ou custo de capital, refere-se ao retorno mínimo que deve ser obtido por um projeto (Gitman, 1997).

De acordo com Ross, Westerfield e Jordan (2000), para estimar o VPL, é necessário em primeiro lugar estimar os fluxos de caixa futuros que se espera que o investimento gere. Em seguida, aplica-se o procedimento básico de fluxo de caixa descontado para estimação do valor presente destes fluxos de caixa. Uma vez obtido o valor estimado, pode-se calcular o VPL pela diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros e o custo do investimento. Esse procedimento é normalmente denominado de avaliação de fluxos de caixa descontados.

De acordo com Gitman (1997), a equação para cálculo do VPL é:

$$VPL = \sum FC_t / (1 + k)^t - II$$

Onde,

FC_t = valor presente das entradas de caixa

k = taxa de desconto ou custo de oportunidade⁴

t = duração do projeto

II = investimento inicial

Para demonstração do cálculo, observa-se o seguinte exemplo de proposta de investimento:

- Entradas de caixa do negócio projetadas por ano: R\$ 20.000;

⁴ Taxa de retorno necessária a cobertura das despesas financeira geradas por investimentos realizados por uma empresa.

- Custos desembolsados por ano (incluindo impostos): R\$ 14.000;
- O negócio será liquidado em 8 anos;
- Valor residual das instalações, móveis e equipamentos: R\$ 2.000 no momento da liquidação;
- O lançamento do projeto tem um custo de R\$ 30.000;
- A taxa de desconto utilizada será de 15%.

Com os dados da proposta de investimento, pode-se calcular o VPL dos fluxos de caixa futuros, com a taxa informada de 15%. A entrada líquida de caixa será dada pela entrada de R\$ 20.000 menos os custos desembolsados de R\$ 14.000 ao ano durante um período de oito anos. Efetivamente, tem-se uma anuidade de oito anos de R\$ 20.000 – 14.000= R\$ 6.000, e mais uma entrada de caixa de R\$ 2.000 daqui a oito anos.

$$\text{VPL} = 6.000 \times (1 - 1/1,15^8)/0,15 + 2.000/1,15^8$$

$$\text{VPL} = 6.000 \times 4,4873 + 2.000/3,0590$$

$$\text{VPL} = 26.924 + 654 - 30.000$$

$$\text{VPL} = - \text{R\$ } 2.422$$

No exemplo acima, não se trata de um bom investimento em função do VPL ser negativo. Se o VPL é negativo, o efeito sobre o valor da ação da empresa é desfavorável. Ao contrário, se o VPL é positivo, o efeito sobre a ação da companhia seria favorável (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Conseqüentemente, tudo o que é necessário saber sobre uma determinada proposta de investimento, para aceitá-la ou rejeitá-la, é se o VPL é positivo ou negativo (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Como a principal função do administrador financeiro é maximizar os ganhos dos acionistas, um investimento deve ser aceito se seu VPL for positivo e rejeitado se for negativo. (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

2.4.2 Período de payback

De acordo com Gitman (1997), o período de payback é o período de tempo exato necessário para a empresa recuperar seu investimento inicial em um projeto, a partir das entradas de caixa.

Quando o payback é utilizado em decisões de aceitar-rejeitar, o critério de decisão é aceitar se o período de payback for menor do que o período de payback máximo aceitável e rejeitar se o período de payback for maior do que o período de payback máximo aceitável (Gitman, 1997).

Quando comparada à regra do VPL, a regra do período de payback possui sérias limitações, começando pela maneira como é calculado. Para calcular o período de payback, simplesmente se adiciona os fluxos de caixa futuros. Não existe nenhum procedimento de desconto e o valor do dinheiro no tempo é ignorado. Ao se ignorar o valor do dinheiro no tempo, pode-se acabar aceitando investimentos que na realidade valem menos do que custam (Ross, Westerfield e Jordan, 2000). A figura 9 mostra os fluxos de caixa projetados para ilustrar o cálculo do período de payback de uma determinada proposta de investimento que tem um custo de R\$ 500,00.

Ano	Fluxo de Caixa
1	R\$ 100,00
2	R\$ 200,00
3	R\$ 500,00

Figura 9 – Fluxos de Caixa Líquidos Projetados

Fonte: Ross, Westerfield e Jordan (2000. p. 218).

Após os dois primeiros anos, os fluxos de caixa totalizam R\$ 300,00. Após o terceiro ano, os fluxos de caixa totalizam R\$ 800,00. Portanto, o projeto paga-se em algum momento entre o final do ano 2 e do ano 3. Como o fluxo de caixa acumulado nos dois primeiros anos é igual a R\$ 300,00, é necessário recuperar outros R\$ 200,00 no terceiro ano. O fluxo de caixa

deste período é de R\$ 500,00, logo espera-se $200/500= 0,40$ anos para isso. O período de payback portanto é de 2,4 anos.

De acordo com Ross, Westerfield e Jordan (2000), um outro problema com a regra do período de payback, é estabelecer o período correto de corte, pois não existe base objetiva para a escolha de um número específico. Em outras palavras, não há raciocínio econômico para se examinar o período de payback. Em consequência disso, acaba-se utilizando um número escolhido de maneira arbitrária. Para exemplificar, são demonstrados a seguir os fluxos de caixa de dois projetos distintos, um de longo e outro de curto prazo.

Ano	Longo	Curto
0	(R\$ 250,00)	(R\$ 250,00)
1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
3	R\$ 100,00	R\$ 0,00
4	R\$ 100,00	R\$ 0,00

Figura 10 – Fluxos de Caixa de dois Projetos Distintos

Fonte: Ross, Westerfield e Jordan (2000. p. 219).

Supõe-se que período de payback apropriado da proposta de investimento demonstrada acima é de dois anos ou menos e ambos os projetos tem um custo de R\$ 250,00. O payback de Longo é $2 + R\$ 50,00/R\$ 100,00= 2,5$ anos e o payback de Curto é $1 + R\$ 150,00/R\$ 200,00= 1,75$ anos. Considerando-se o período de corte de dois anos, Curto é aceito e Longo rejeitado. Porém, não se sabe se a regra de payback está fornecendo a resposta correta. Supondo-se uma taxa de retorno de 15% para investimentos desse tipo é possível calcular o VPL desses investimentos.

$$\begin{aligned} \text{VPL (Curto)} &= - R\$ 250,00 + 100/1,15 + 200/1,15^2 \\ &= - R\$ 11,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VPL (Longo)} &= - R\$ 250,00 + 100 \times (1-1/1,15^4)/ 0,15 \\ &= R\$ 35,50 \end{aligned}$$

Após o cálculo, percebe-se que o VPL do investimento de curto prazo é negativo, o que significa dizer que se o projeto for realizado, o valor do capital dos acionistas diminuirá.

Já o investimento de longo prazo, com seu VPL positivo, aumenta o valor da ação (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Ao se ignorar fluxos de caixa após o período de corte, pode-se acabar rejeitando projetos lucrativos de longa duração. De maneira geral, a utilização da regra do período de payback pode criar um viés, nas decisões, a favor de investimentos de curto prazo (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

A regra do período de payback também desconsidera diferenças de riscos, podendo ser calculado da mesma maneira tanto para projetos de alto riscos como para projetos muito seguros (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Embora a regra do período de payback tenha diversas limitações, ela é amplamente utilizada por grandes e sofisticadas companhias em decisões relativamente menos importantes. Uma das razões para isso é que no caso de muitas decisões, simplesmente não vale a pena fazer análises detalhadas, pois o custo da análise superaria o custo de um possível erro. Por uma questão prática, um investimento que se paga rapidamente e traz benefícios além do período de corte provavelmente tem um VPL positivo (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

2.4.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial de um projeto. Em outras palavras, é a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento seja igual a zero, visto que o valor presente das entradas de caixa é igual ao investimento inicial. (Gitman, 1997).

De acordo com Gitman (1997), a equação para se obter a TIR de uma proposta de investimento é:

$$\text{VPL} = 0 = \sum \text{FC}_t / (1 + \text{TIR})^t - \text{II}$$

Onde,

FC_t= valor presente das entradas de caixa

TIR= taxa interna de retorno

t= duração do projeto

II= investimento inicial

Para Gitman (1997), tenta-se com a TIR obter uma única taxa de retorno para sintetizar os méritos de um projeto e que ela dependa exclusivamente dos fluxos de caixa de determinado investimento.

Com base na regra da TIR, um investimento é aceito se a TIR é maior do que o retorno exigido e rejeitado se a TIR for menor do que o retorno exigido. (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

De acordo com Ross, Westerfield e Jordan (2000), a única maneira de se calcular a TIR é por tentativa e erro. Para exemplificar o cálculo da TIR de uma determinada proposta de investimento, são demonstrados a seguir os fluxos de caixa projetados de uma determinada proposta de investimento.

Ano	Fluxo de Caixa
0	(R\$ 100,00)
1	R\$ 60,00
2	R\$ 60,00

Figura 11 – Fluxos de Caixa Projetados para cálculo da TIR

Fonte: Ross, Westerfield e Jordan (2000. p. 224).

No exemplo acima, os fluxos de caixa têm a forma de uma anuidade de R\$ 60,00 com dois períodos. Para encontrar a taxa, é necessário experimentar alguns valores diferentes até se obter a resposta. Começando com uma taxa de 0%, o VPL seria R\$ 120 – 100= R\$ 20,00. A uma taxa de 10% o resultado seria:

$$\text{VPL} = - \text{R\$ } 100 + 60/1,1 + 60/1,1^2 = \text{R\$ } 4,13$$

Pelas estimativas de cálculo, a taxa em que o VPL é igual a zero está entre 10% e 15%. A figura 12 ilustra outras possibilidades de taxas de desconto.

Taxa de Desconto	VPL
0%	R\$ 20,00
5%	R\$ 11,56
10%	R\$ 4,13
15%	(R\$ 2,46)
20%	(R\$ 8,33)

Figura 12 – VPL a diferentes taxas de desconto

Fonte: Ross, Westerfield e Jordan (2000. p. 224).

No exemplo acima, o VPL se iguala a zero quando a TIR é cerca de 13,1%. Portanto, se o retorno exigido for inferior a 13,1%, o investimento é aceito. Se o retorno exigido for superior a 13,1%, o projeto é rejeitado.

Para projetos com fluxos de caixa convencionais, o VPL e a TIR sempre levam à mesma decisão de aceitar ou rejeitar um projeto, mas as diferenças nas suas suposições básicas podem levar a classificações diferentes de projetos (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Os projetos podem ser comparados graficamente, através da construção de perfis de valor presente líquido, que representam o VPL para diversas taxas de desconto. Esses perfis são úteis para avaliação e comparação de projetos, especialmente quando existem conflitos na sua classificação (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Os conflitos na classificação de projetos pelo VPL e TIR resultam das diferenças na magnitude e na época de ocorrência dos fluxos de caixa. (Gitman, 1997).

Problemas com a TIR ocorrem quando os fluxos de caixa não são convencionais ou quando se tenta comparar dois ou mais investimentos para ver qual deles é o melhor. Quando os fluxos de caixa não são convencionais, podemos obter múltiplas taxas de retorno. As taxas múltiplas de retorno são definidas como a possibilidade que mais de uma taxa de desconto faça com que o VPL de um investimento seja igual a zero (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

Mesmo quando há uma única TIR, outro problema relacionado com decisões de investimentos mutuamente excludentes pode surgir. Se dois investimentos A e B são

mutuamente excludentes, aceitar um significa rejeitar o outro. Dois projetos que não são mutuamente excludentes são chamados independentes (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

No caso de dois ou mais projetos mutuamente excludentes, o melhor é aquele que apresenta o maior VPL, mas não necessariamente a maior TIR. Não se deve classificar projetos mutuamente excludentes com base em seus retornos para saber qual é o melhor, mas sim examinar os VPLs relativos para evitar a possibilidade de escolhas equivocadas (Ross, Westerfield e Jordan, 2000).

No próximo capítulo será apresentado o panorama do mercado mundial do aço em 2007, a empresa escolhida para a realização deste estudo e a descrição de seu processo produtivo.

3 O MERCADO DO AÇO

Neste capítulo será apresentado o panorama mundial do mercado do aço, o mercado interno brasileiro, as exportações e o consumo interno no ano de 2007. A seguir será apresentada a organização escolhida para realização do estudo e seu processo produtivo.

3.1 OFERTA MUNDIAL DE AÇO

Sob a liderança da China, o bloco formado pelos quatro países emergentes (Brasil, Rússia, Índia e China) conhecido pela sigla BRIC, foi responsável por quase metade da produção mundial de aço em 2007, que alcançou a marca histórica de 1,343 bilhão de toneladas. Conforme dados do Instituto Internacional de Ferro e Aço (IISI), estes países alcançaram 48,3% da produção mundial, correspondente a 648 milhões de toneladas.

De acordo com IISI, em 2001 a participação dos quatro países emergentes era de 31% e a China tinha pouco mais da metade - 17,8%. O Brasil participava com 3,1%, Índia com 3,2% e Rússia com 6,9%. Em 2006 a participação destes países saltou para 45,9%, embalada pela forte expansão chinesa neste período de cinco anos. Desse percentual, a China tinha mais de dois terços - 33,7%. A Índia subiu para 4% e Brasil e Rússia caíram respectivamente para 2,5% e 5,7%.

Embora com um ritmo menor de crescimento, em 2007 a siderurgia chinesa representou 36,4% da produção de aço no mundo. Brasil e Índia mantiveram suas participações de 2006 e a Rússia teve nova queda, para 5,4%.

De acordo com o IISI, a siderurgia mundial alcançou desempenho positivo de 7,5% em 2007 sobre o volume de 1,25 bilhão de toneladas obtidas no ano anterior. Este número (1,343 bilhão de toneladas), representa o mais elevado nível de aço bruto na história do setor e é o quinto ano consecutivo em que a produção cresceu mais de 7%.

A China cresceu 15,7% sobre 2006, extraindo quase meio bilhão de toneladas de aço. Sem China, os demais 66 países que compõem o quadro de fabricantes vinculados ao IISI tiveram desempenho de 3,3% sobre a produção de 2006. A Europa respondeu por 364,8 milhões de toneladas (alta de 2,8%), a América do Norte por 132 milhões (aumento de 0,4%), a América do Sul por 48,3 milhões de toneladas, com aumento de 6,5%, puxado pelo Brasil (33,8 milhões de toneladas) e o Japão, com 120 milhões de toneladas, expandiu 3,4%.

A Ásia, incluindo a China, ficou com 754 milhões de toneladas. Isso representou expansão de 11,7% sobre a produção de 2006. O volume da região representou 56% do total mundial.

3.1.1 Mercado Interno

O Parque Siderúrgico Brasileiro dispõe de capacidade instalada de produção de 41,0 milhões de toneladas de aço bruto/ano, e é composto de vinte e cinco usinas (11 integradas e 14 semi-integradas), operadas por 10 empresas: Arcelor Mital Inox, Arcelor Mital Aços Longos, Arcelor Mital Tubarão, Aços Villares, Grupo Gerdau, Companhia Siderúrgica Nacional - CSN, Usiminas/Cosipa, Siderúrgica Barra Mansa, V&M do Brasil e Vilares Metals.

A produção brasileira de aço bruto em 2007 atingiu o recorde histórico de 33.782 milhões de toneladas, aumentando 9,3% em comparação com o ano anterior. O Brasil foi o sétimo maior produtor em nível mundial e o primeiro da América Latina.

3.1.3 Exportação

Em 2007 o Brasil, décimo exportador de aço em nível mundial, exportou 10.311 milhões de toneladas de produtos siderúrgicos, com um valor de US\$ 6.604 milhões. Em

comparação com 2006 houve um decréscimo de 17,7% na quantidade e de 4,6% no valor das exportações, A queda nas exportações se deveu ao aumento da demanda interna, principalmente de laminados para a construção civil e para a indústria automobilística, o que motivou a indústria siderúrgica a direcionar mais produtos ao mercado interno, que proporciona maiores margens de lucro. Apesar disso a siderurgia manteve-se como um dos grandes geradores de saldos comerciais para o Brasil.

3.1.4 Consumo Interno

O consumo interno de aço em 2007 apresentou aumento em todos os grandes setores consumidores: bens de capital (+30,7%), construção civil (+16,2%), automotivo (+17,8%) e utilidades comerciais (+16,7%). As vendas internas de produtos siderúrgicos aumentaram 17,2%, em comparação com 2006. O consumo aparente de aço (vendas internas mais importação) aumentou 16,9%. No setor de aços planos o consumo aparente aumentou 20,5% e no setor de aços longos o consumo aumentou 18,5%.

O consumo de aço por habitante no Brasil (117 quilos per capita) ainda é baixo, comparado com países industrializados como Japão e Estados Unidos, que consomem de 400 a 500 quilos/habitante/ano, de acordo com o IISI. O consumo na China em 2007 foi da ordem de 270 quilos/habitante.

3.2 O GRUPO GERDAU

O Grupo Gerdau ocupa a posição de 13º maior produtor de aço do mundo e é líder no segmento de aços longos nas Américas. Possui 317 unidades industriais e comerciais, além de cinco *joint ventures* e quatro empresas coligadas, o que faz com que esteja presente em 14 países: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Espanha, Estados Unidos, Guatemala,

Índia, México, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela. Tem capacidade instalada de 25,9 milhões de toneladas por ano e fornece aço para os setores da construção civil, indústria e agropecuária.

Possui 46 mil colaboradores e é a maior recicladora da América Latina e, no mundo, reaproveita mais de 18 milhões de toneladas de sucata anualmente. Com mais de 140 mil acionistas, as empresas de capital aberto da Gerdau estão listadas nas bolsas de valores de São Paulo (Bovespa: GGBR4, GGBR3, GOAU4 e GOAU3), Nova Iorque (NYSE: GNA, GGB), Toronto (GNA) e Madri (Latibex: XGGB).

O Grupo investe em tecnologias e em pesquisas para contribuir com a preservação da natureza. As diretrizes nessa área são definidas pelo Sistema de Gestão Ambiental (SGA), um conjunto de procedimentos alinhado à norma ISO 14001.

Segundo Nascimento, Lemos e Mello (2008), um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é definido como um conjunto de procedimentos que irão ajudar a organização a entender, controlar e reduzir os impactos ambientais de suas atividades, produtos e/ou serviços. Está fundamentada no cumprimento da legislação ambiental vigente e na melhoria contínua da performance ambiental da organização. Isto quer dizer que não basta estar dentro da lei, deve haver também uma clara decisão de melhorar cada vez mais o desempenho em relação ao meio ambiente.

Um SGA eficaz pode possibilitar às organizações melhores condições de gerenciamento de seus impactos ambientais, além de interagir na mudança de atitudes e de cultura da empresa. Pode também alavancar os resultados financeiros, uma vez que atua na melhoria contínua de processos (Nascimento, Lemos e Mello, 2008).

As séries de normas ISO 14000 têm como objetivo a criação de um sistema de gestão ambiental que auxilie as empresas a cumprirem os compromissos assumidos com o meio ambiente. Estas normas também estabelecem as diretrizes para auditorias ambientais e avaliação de desempenho ambiental, possibilitando a transparência da organização e de seus produtos em relação aos aspectos ambientais. (Nascimento, Lemos e Mello 2008).

O levantamento dos impactos ambientais foi fundamental tanto para a implantação do SGA quanto para a definição de investimentos em medidas ecoeficientes.

Desta maneira, o grupo definiu seus objetivos e metas ambientais com base principalmente nos aspectos e impactos ambientais significativos e nas oportunidades de melhoria identificadas.

3.2.1 Processo de Produção do Aço na Gerdau

O processo de fabricação do aço inicia-se na aciaria e tem como principal matéria-prima o ferro, que pode estar em forma de: sucata, gusa (sólido e/ou líquido) e ferro esponja.

A fabricação do aço exige uma série de cuidados, pois sua composição química muda conforme o produto final desejado. O aço é fabricado no forno elétrico a arco (FEA), onde se procura otimizar as distintas fontes de energia, bem como as diferentes matérias-primas.

No forno elétrico a arco as matérias-primas e insumos utilizados são:

- sucata: material reciclado proveniente de produtos feitos de aço;
- gusa: ferro produzido em Altos Fornos;
- cal: proveniente do calcário;
- energia: elétrica e química através do uso de oxigênio e gás natural.

O oxigênio controla a química do processo e é necessário ajustá-lo. Para isso, são utilizadas escórias, que são subprodutos da fundição do minério de ferro para purificação do aço. Estas escórias no forno panela absorvem os óxidos, controlam o ataque aos refratários e reduzem as perdas térmicas, fazendo parte de todo processo onde existem aços líquidos. Com a composição química e a temperatura ajustadas, libera-se a panela para o lingotamento.

O lingotamento contínuo inicia após o processo de refino e é executado no forno panela. Ao chegar no lingotamento contínuo, o aço se encontra em altas temperaturas (cerca de 1520°C). É então, transferido para a panela do distribuidor e em seguida para o molde, onde se inicia a solidificação, que é finalizada na zona de resfriamento secundário. Na zona de corte, chamada oxicorte, o aço deve estar completamente solidificado, permitindo o corte dos tarugos nos comprimentos desejados.

O processo de transformação a quente se inicia depois da formação dos tarugos e termina na fabricação do fio máquina.

Após a solidificação do aço no lingotamento contínuo, inicia-se a etapa de laminação. A laminação é o processo de deformação mecânica que reduz a área da seção do tarugo e aumenta seu comprimento. Os processos de laminação são executados a quente, com temperaturas entre 1100 °C e 1200 °C para aumentar a capacidade de deformação do tarugo. O reaquecimento do tarugo é feito em fornos, alimentados a óleo ou a gás natural.

Após aquecidos, os tarugos são encaminhados ao trem laminador, onde ocorre o processo de deformação mecânica, que consiste na redução da área da seção transversal e, conseqüentemente, o alongamento dos tarugos através da passagem dos tarugos entre dois cilindros em rotação.

Nas gaiolas, o tarugo é deformado num processo contínuo de “passes” que acontece entre os cilindros de laminação. Dependendo do produto que se deseja obter na laminação, são adotados tipos diferentes de saída do aço laminado. Além de dar forma final ao produto, a laminação pode conferir a este produto, alterações metalúrgicas na estrutura interna do aço, que podem torná-los mais maleáveis, mais duros ou mais flexíveis.

Estas alterações são denominadas transformações termomecânicas e são obtidas através de equipamentos auxiliares, intercalados ao laminador. Estes equipamentos possuem a capacidade de alterar e controlar a temperatura durante o processo de laminação.

Na forjaria o processo de conformação é feito com martelos e prensas automatizadas para a produção de aço forjado.

O processo de transformação a frio ou trefila inicia-se após do processo de laminação. Este processo é responsável pela redução da seção e aumento do comprimento do fio-máquina ou de barras, através da passagem do material por orifícios calibrados, denominados de matrizes ou fieiras. O fio-máquina é matéria-prima para a trefilação de arames, e a barra laminada é a matéria-prima para a trefilação de barras.

O processo de deformação é realizado à temperatura ambiente, provocando um alongamento dos grãos constituintes da estrutura do metal. Durante o processo de redução, os grãos que formam a estrutura do aço são deformados longitudinalmente na direção da força de tração, conforme o arame é puxado pela máquina de trefilar. Esta deformação microestrutural aumenta a resistência do aço (dureza) através do fenômeno chamado encruamento.

É possível visualizar o processo de forma geral, de acordo com o fluxograma de produção indicado na figura 13.

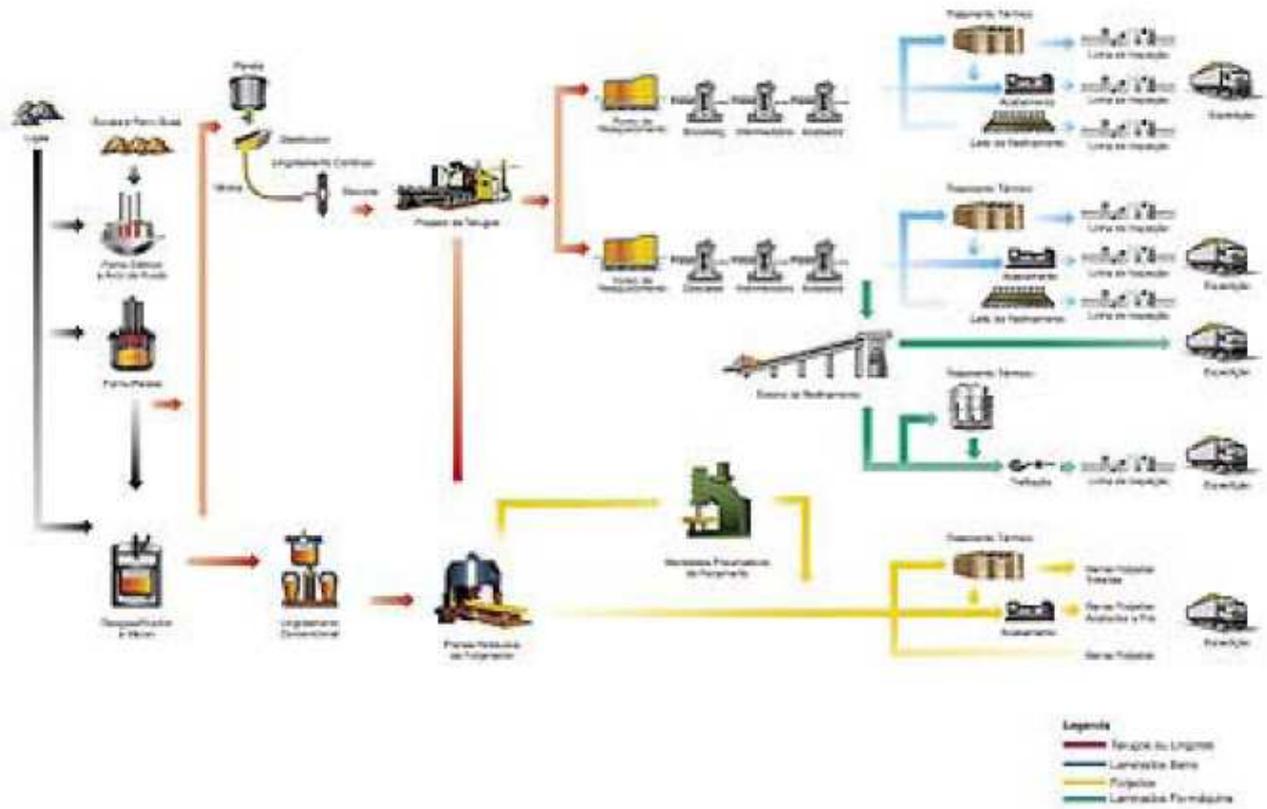


Figura 13 – Fluxograma do Processo de Produção de Aço

Fonte: Gerdau

No próximo capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingimento dos objetivos propostos, o procedimento metodológico utilizado foi o de estudo de caso no grupo Gerdau, pois se destina a estudar uma empresa específica, com a finalidade de avaliar os seus investimentos em medidas ecoeficientes e os resultados ambientais e financeiros obtidos. O estudo tem caráter exploratório, pois tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. (Gil, 1991).

É importante utilizar o maior número de fontes de informações possível em um estudo de caso. Estas fontes devem convergir para o fato em estudo, uma vez que as descobertas e conclusões em um estudo de caso são mais convincentes e precisas se baseadas em diversas fontes de informação (Yin, 2001).

No estudo de caso do grupo Gerdau, procurou-se buscar como fontes de informações os dados obtidos na documentação disponibilizada pela empresa e entrevistas com alguns colaboradores dos setores de meio ambiente e auditoria interna.

Para estudos de caso, o uso mais importante de documentos é apoiar e valorizar as evidências oriundas de outras fontes. Os documentos são bastante úteis e podem fornecer detalhes específicos para confirmar as informações obtidas de outras fontes. Devido ao seu valor global, os documentos desempenham um papel importante em qualquer coleta de dados, quando se realiza um estudo de caso (Yin, 2001).

Já as entrevistas constituem uma fonte fundamental de evidências para os estudos de caso, já que na sua grande maioria tratam de questões humanas. (Yin, 2001)

O grupo Gerdau disponibilizou documentos referentes aos investimentos que visavam aumentar a ecoeficiência do seu processo produtivo. Foi disponibilizada documentação referente a quais resultados ambientais eram esperados e quais foram efetivamente os resultados obtidos após os investimentos. Documentação referente aos custos dos investimentos também foram disponibilizados, além de relatórios de auditoria interna. Os documentos disponibilizados e a existência de registros em arquivos foram importantes para o atingimento dos objetivos deste estudo.

Como o objetivo principal deste estudo é investigar se os investimentos em medidas ecoeficientes no processo produtivo das usinas do Grupo Gerdau geram retornos financeiros,

as atenções foram voltadas para os cinco componentes de projetos de pesquisa utilizando estudos de caso, citados por Yin (2001):

- as questões do estudo: as medidas ecoeficientes implantadas no Grupo Gerdau;
- as proposições do estudo: quais os impactos da atividade siderúrgica no meio ambiente e quais os resultados ambientais e financeiros obtidos com a adoção de medidas ecoeficientes ;
- as unidades de análise: uma usina de aços especiais e uma usina de aços longos ;
- a lógica que une os dados às proposições: os resultados obtidos pela empresa conferem com as propostas de implantação de medidas ecoeficientes;
- os critérios para interpretar as constatações: confronto entre os dados obtidos na documentação da empresa e a literatura sobre medidas ecoeficientes e retornos financeiros sobre investimentos.

Os procedimentos utilizados para a coleta dos dados necessários para a contextualização deste estudo foram:

- a) leitura e estudo das fontes bibliográficas relacionadas a ecoeficiência e retornos financeiros sobre investimentos;
- b) estudo dos dados primários obtidos na empresa, através da documentação disponibilizada e das entrevistas realizadas;
- c) análise dos documentos e relatórios gerenciais que detalham os investimentos em medidas ecoeficientes, as atividades desenvolvidas, os custos dos investimento, os resultados ambientais esperados e os resultados obtidos;
- d) entrevistas à área de Meio Ambiente e Auditoria Interna.

Após a coleta, os dados foram organizados e tabulados com o apoio de planilhas eletrônicas e comparados com a revisão teórica apresentada neste estudo.

No capítulo seguinte será feita a descrição e a análise dos dados, bem como os resultados obtidos neste estudo de caso.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo tem como objetivo analisar os investimentos em medidas ecoeficientes e seus resultados ambientais e financeiros, de acordo com os procedimentos metodológicos adotados.

5.1 IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS ECOEFICIENTES

A partir do fluxograma do processo de fabricação do aço, foi realizado um levantamento de aspectos e impactos ambientais, o qual tinha por objetivo identificar atividades, instalações, equipamentos e produtos que interagem com o meio ambiente.

Esta identificação utilizou critérios de pontuação para que fosse possível identificar os aspectos ambientais mais significativos, estabelecendo as medidas de controle necessárias para manutenção da qualidade ambiental desejada.

O método utilizado foi a elaboração de uma planilha com filtros de significância para os aspectos identificados, com o objetivo de identificar os problemas mais significativos e de alto impacto no meio ambiente. A partir das planilhas elaboradas para cada célula de produção, foi possível identificar as principais fontes geradoras de efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos, assim como identificar as melhores oportunidades de melhoria.

O modelo de planilha utilizado para levantamento dos aspectos significativos encontra-se na figura 14.

Estes efluentes de processo são produzidos principalmente nas seguintes áreas da usina:

- Aciaria: principal gerador de efluentes líquidos devido aos sistemas de resfriamento dos equipamentos, instalações e resfriamento dos tarugos produzidos;
- Transformação mecânica: principalmente devido às células de decapagem química com geração de efluentes altamente ácidos e tratamento térmico que demanda alto consumo de água de resfriamento.

De acordo com os fundamentos de médias ecoeficientes, buscou-se também um maior desenvolvimento de estudos e parcerias para minimizar a geração de resíduos, aumentar a reciclabilidade de produtos e reaproveitá-los em outros setores industriais. As medidas do sistema de gerenciamento dos resíduos são descritas a seguir:

- minimização da geração: a minimização dos resíduos sólidos é uma prática que deve ser priorizada;
- caracterização e classificação: os resíduos que oferecem potencial de risco à saúde pública e ao meio ambiente devem ser classificados de maneira adequada;
- segregação, identificação e acondicionamento dos resíduos: a segregação dos resíduos deve evitar a mistura, viabilizando o seu tratamento;
- manuseio e movimentação: as equipes envolvidas no manuseio dos resíduos devem possuir orientações quanto às características e riscos à saúde, ao meio ambiente, assim como procedimentos em casos de emergências;
- armazenamento temporário: o armazenamento temporário deve ser adequado a cada tipo de resíduo. devem ser observados critérios mínimos para o acondicionamento como: compatibilidade com resíduos vizinhos, compatibilidade com os equipamentos de transporte, riscos de contaminação ao meio ambiente e contenção de líquidos;

- transporte: o transporte deve ser realizado por uma empresa que atenda os requisitos legais para o transporte de resíduos. Este prestador de serviço de transporte deve possuir uma licença de operação emitida pelo órgão ambiental;
- tratamento e/ou destinação final: são processos que alteram as características, composição ou propriedades do resíduo de forma a torná-lo menos tóxico, reduzir seu volume, destruí-lo totalmente ou depositá-lo de forma segura.
- gerenciamento das atividades: os resíduos sólidos gerados devem ser quantificados e planilhas trimestrais devem ser elaboradas para envio à FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental), onde consta a classificação do resíduo, quantidade gerada e sua destinação final.

Após a identificação das atividades, instalações e equipamentos que interagem com o meio ambiente, dos principais resíduos gerados e das oportunidades de melhoria, foram definidos quais os investimentos mais importantes a serem realizados.

A seguir serão analisados os investimentos em medidas ecoeficientes

5.1.1 Investimento em P+L: Tratamento e Recirculação das Águas Industriais

A principal utilização da água na atividade siderúrgica ocorre no momento de refrigeração dos equipamentos.

No ano de 1998, foi implantado o novo sistema de recirculação das águas industriais na usina Aços Especiais Piratini.

O investimento foi realizado com o propósito de reduzir a captação diária de água no Rio Jacuí, reduzir a quantidade de água devolvida ao rio, melhorar as condições da parcela que fosse devolvida (tratamento) e alcançar um índice de recirculação de pelo menos 95%.

A água cinza e a água industrial têm como principal função o resfriamento dos equipamentos da aciaria. A água cinza resfria equipamentos e produtos por contato direto,

arrastando consigo outros materiais como a carepa (óxido de ferro), removidos durante os processos de sedimentação e filtração.

A água industrial circula em sistema fechado e sai dos equipamentos após resfriá-los com uma temperatura que varia de 40 a 55°C. É então encaminhada sob pressão por tubulações fechadas para as torres de resfriamento, onde a temperatura é reduzida para aproximadamente 30°C. Das torres, a água é transferida para uma piscina de água fria que serve de reservatório. As bombas centrífugas transferem a água para os equipamentos a serem refrigerados, completando o ciclo. Na figura 15, é possível visualizar o fluxo deste processo.

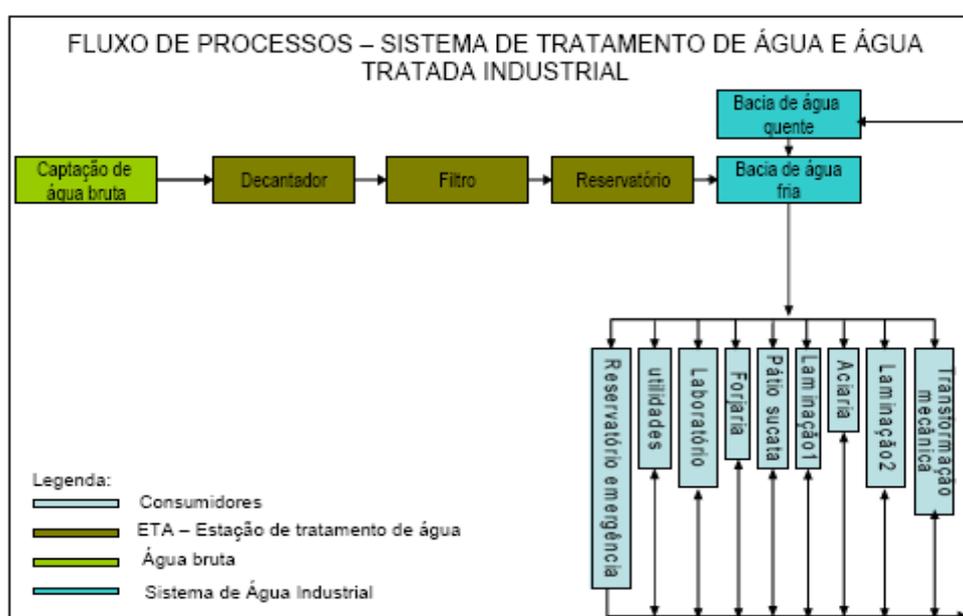


Figura 15 – Fluxo do Processo do Sistema de Tratamento de Água Industrial

Fonte: Gerdau

A água utilizada pela usina é tratada e retorna ao processo produtivo, permanecendo em circuito fechado. Até 1998, a captação era de 20 mil metros cúbicos por dia. Com o investimento, a captação de água do Rio Jacuí foi reduzida de 20 mil para 600 metros cúbicos diários. O gráfico 1 mostra a evolução da quantidade de água captada externamente após a implantação do sistema, de acordo com os dados coletados na empresa.

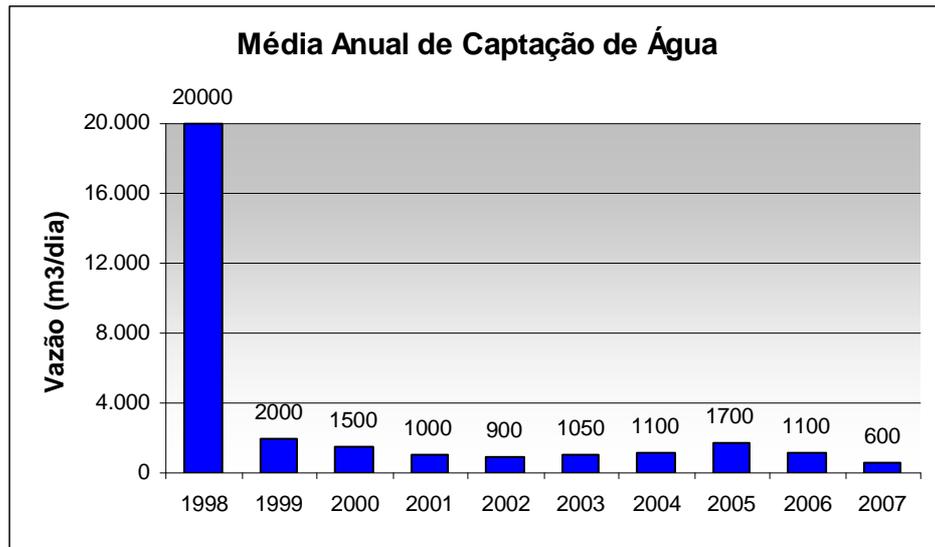


Gráfico 1 - Média Anual de Captação de Água no Rio Jacuí

Com o investimento, estimava-se uma queda de 80% no consumo de água captada externamente já no primeiro ano. Nas tabelas 1 e 2 encontram-se os valores esperados e os valores reais de redução do consumo diário de água captada no Rio Jacuí.

Tabela 1 - Redução Projetada do Consumo nos primeiros 4 anos

Expectativa de redução (m³/dia)	Ano
4.000	1999
3.000	2000
2.000	2001
1.000	2002

Tabela 2 – Redução Real do Consumo nos primeiros 4 anos

Redução real (m³/dia)	Ano
2.000	1999
1.500	2000
1.000	2001
900	2002

No gráfico 2 é possível observar comparativamente a redução esperada e a redução real do consumo nos primeiros 4 anos de funcionamento do sistema.

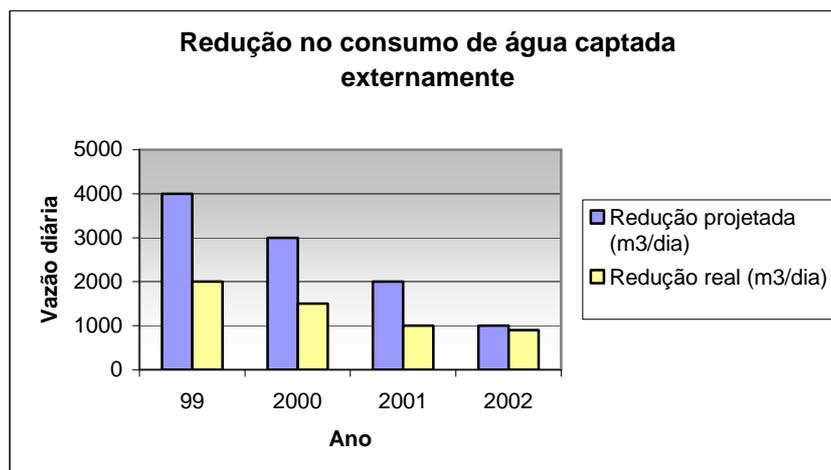


Gráfico 2 - Redução Projetada versus Redução Real do Consumo

Nota-se que o novo sistema proporcionou uma redução maior do que o esperado no período de 1999 a 2002. Já no primeiro ano, o consumo passou de 20 para 2 mil metros cúbicos diários, o que representa uma redução de 90%.

Para se mensurar o quanto esta redução do consumo de água representaria financeiramente de 1999 a 2002, os custos com e sem a realização do investimento e a economia gerada estão projetados na tabela 3. Os custos projetados com a realização do investimento foram calculados de acordo com as reduções projetadas do consumo, conforme tabela 1. Os custos sem a realização do investimento foram calculados considerando-se a manutenção do nível de consumo de 1998, de 7,3 milhões de metros cúbicos. A economia projetada anual foi calculada fazendo-se a diferença entre os custos com e sem a realização do investimento. As tarifas referentes ao metro cúbico da água foram projetadas de acordo com a política da empresa, que orça um aumento em torno de 10% ao ano nos contratos com terceiros em geral.

Tabela 3 – Custos Projetados com e sem o Investimento

Ano	Tarifa projetada do m ³ da água	Custos projetados c/ o investimento	Custos projetados s/ o investimento	Economia anual projetada
1999	R\$ 0,87	R\$ 1.270.200,00	R\$ 6.351.000,00	R\$ 5.080.800,00
2000	R\$ 0,91	R\$ 996.450,00	R\$ 6.643.000,00	R\$ 5.646.550,00
2001	R\$ 0,96	R\$ 700.800,00	R\$ 7.008.000,00	R\$ 6.307.200,00
2002	R\$ 1,01	R\$ 368.650,00	R\$ 7.373.000,00	R\$ 7.004.350,00

Tomando-se como base o padrão de consumo de 1998, o qual seria mantido caso o novo sistema não tivesse sido implantado, a não realização do investimento implicaria em custos cada vez mais elevados, considerando o aumento projetado de 10% ao ano das tarifas. Com o investimento, os custos poderiam ser reduzidos em até 95%, conforme exposto na tabela 3.

O gráfico 3 mostra comparativamente os custos projetados com e sem a realização do investimento.

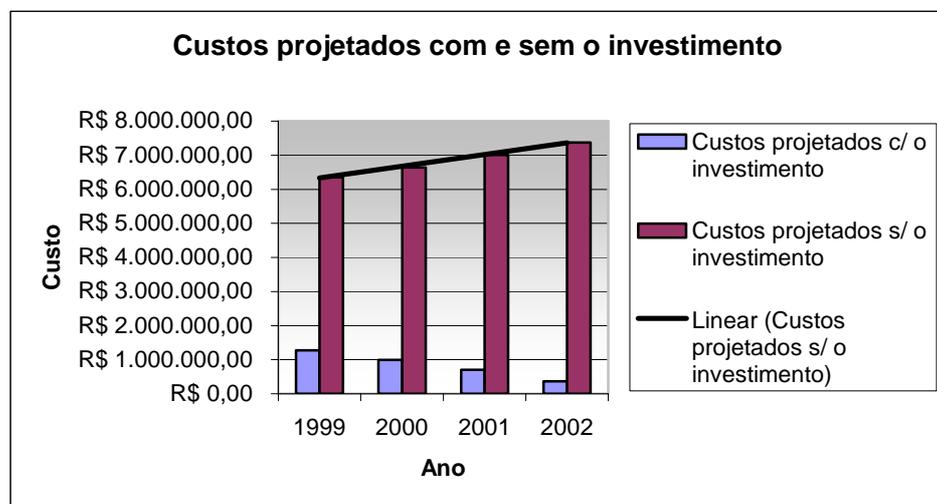


Gráfico 3 – Custos Projetados com e sem a Realização do Investimento

A diferença entre os custos mostra o quanto a empresa poderia economizar investindo no novo sistema de recirculação.

Em 1998, o preço do metro cúbico era de R\$ 0,83. A uma vazão de 7,3 milhões de metros cúbicos por ano, o gasto total anual era de:

$$\text{Gasto total} = \text{vazão anual} \times \text{tarifa m}^3$$

$$\text{Gasto total} = 7.300.000 \times 0,83$$

$$\text{Gasto total} = \text{R\$ } 6.059.000,00$$

A uma tarifa de R\$ 1,66 por metro cúbico (tarifa vigente em 2007), o gasto anual hoje seria de R\$ 12.118.000, caso o investimento não tivesse sido realizado. O cálculo está demonstrado a seguir.

$$\text{Gasto total} = \text{vazão anual} \times \text{tarifa m}^3$$

$$\text{Gasto total} = 7.300.000 \times 1,66$$

$$\text{Gasto total} = \text{R\$ } 12.118.000$$

Em 2007, o gasto total com água captada externamente foi de R\$ 363.540, visto que a vazão anual passou de 7,3 milhões para 219.00 metros cúbicos diários em função de sistema que permite o reuso constante do recurso. No gráfico 4 é demonstrada a diferença do quanto se pagava em 1998 e do quanto foi pago em 2007.

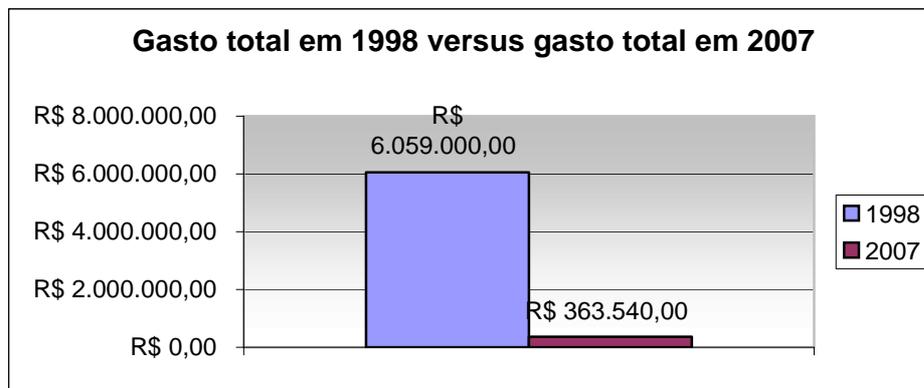


Gráfico 4 – Diferença de Gastos Totais

O investimento teve um custo de R\$ 7,5 milhões e foi iniciado em 1995 e finalizado em 1998. Os custos com estudos e pesquisas, obras e instalações, equipamentos, operação e manutenção e treinamento de pessoal estão expostos na tabela 4. As receitas são referentes às economias anuais projetadas, conforme tabela 3 vista anteriormente.

Tabela 4 – Fluxo de Caixa Projetado

Em R\$	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Estudos e Pesquisas	75.000	75.000	75.000	0	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.275.000	450.000	900.000	600.000	0	0	0	0
Equipamentos	375.000	1.125.000	1.500.000	750.000	0	0	0	0
Treinamento de Pessoal	75.000	75.000	75.000	75.000	0	0	0	0
Total do Investimento	1.800.000	1.725.000	2.550.000	1.425.000	0	0	0	0
Custos Op. Manutenção	0	0	0	0	750.000	750.000	750.000	750.000
Total de Desembolsos	1.800.000	1.725.000	2.550.000	1.425.000	750.000	750.000	750.000	750.000
"Receitas" Economia	0	0	0	0	5.080.800	5.646.550	6.307.200	7.004.350
Fluxo de Caixa Líquido	(1.800.000)	(1.725.000)	(2.550.000)	(1.425.000)	4.330.800	4.896.550	5.557.200	6.254.350

Com os dados da tabela, calcula-se o VPL do projeto:

$$\text{VPL} = 4.330.800/1,15^1 + 4.896.550/1,15^2 + 5.557.200/1,15^3 + 6.254.350/1,15^4$$

$$\text{VPL} = 3.765.913,04 + 3.702.495,27 + 3.653.949,21 + 3.575.944,91$$

$$\text{VPL} = 14.698.302,44 - 7.500.000,00$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 7.198.302,44$$

A uma taxa de desconto de 15%, verifica-se que o VPL é positivo e, com isso, a proposta de investimento deveria ser aceita.

Para uma análise financeira mais completa, foi calculado o período de payback e a TIR da proposta de investimento. Observando-se os fluxos de caixa, percebe-se que o investimento é recuperado em algum momento entre o ano 1 e 2. Para obter o período exato, é necessário calcular o payback. O fluxo de caixa do primeiro ano é igual a R\$ 4.330.800 faltando ainda recuperar R\$ 3.169.200 no segundo ano. Calculando tem-se:

$$\text{Payback} = 3.169.200/4.896.50$$

Payback= 0,65

Portanto, o período de payback do projeto seria de 1,65 anos ou aproximadamente 1 ano e 8 meses.

A TIR deste projeto é de 28%, um retorno superior ao esperado em muitos investimentos. O cálculo foi realizado com o auxílio de planilhas eletrônicas.

Na tabela 5 estão expostos os custos reais com e sem o investimento no sistema e a economia proporcionada a cada ano. Os custos foram calculados de acordo com as tarifas pagas efetivamente de 1999 a 2002, de acordo com os dados coletados na empresa.

Tabela 5 – Custos Reais

Ano	Tarifa do m ³ da água	Custos reais c/ o investimento	Custos reais s/ o investimento	Economia anual real
1999	R\$ 0,93	R\$ 678.900,00	R\$ 6.789.000,00	R\$ 6.110.100,00
2000	R\$ 1,02	R\$ 558.450,00	R\$ 7.446.000,00	R\$ 6.887.550,00
2001	R\$ 1,14	R\$ 416.100,00	R\$ 8.322.000,00	R\$ 7.905.900,00
2002	R\$ 1,25	R\$ 456.250,00	R\$ 9.125.000,00	R\$ 8.668.750,00

Com as informações da tabela elabora-se o fluxo de caixa real do investimento.

Tabela 6 – Fluxo de Caixa Real

Em R\$	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Estudos e Pesquisas	75.000	75.000	75.000	0	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.275.000	450.000	900.000	600.000	0	0	0	0
Equipamentos	375.000	1.125.000	1.500.000	750.000	0	0	0	0
Treinamento de Pessoal	75.000	75.000	75.000	75.000	0	0	0	0
Total do Investimento	1.800.000	1.725.000	2.550.000	1.425.000	0	0	0	0
Custos de Operação e Manutenção	0	0	0	0	742.000	789.000	803.000	756.000
Total de Desembolsos "Receitas"	1.800.000	1.725.000	2.550.000	1.425.000	742.000	789.000	803.000	756.000
Economia	0	0	0	0	6.110.100	6.887.550	7.905.900	8.668.750
Fluxo de Caixa Líquido	(1.800.000)	(1.725.000)	(2.550.000)	(1.425.000)	5.368.100	6.098.550	7.102.900	7.912.750

Para uma análise financeira mais apurada, calcula-se o VPL, o período de payback e a TIR.

$$\text{VPL} = 5.368.100/1,15^1 + 6.098.550/1,15^2 + 7.102.900/1,15^3 + 7.912.750/1,15^4$$

$$\text{VPL} = 4.667.913 + 4.611.380 + 4.670.272 + 4.524.140,5$$

$$\text{VPL} = 18.473.706 - 7.500.000,00$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 10.973.705,55$$

É obtido um VPL positivo para o projeto e, portanto, o investimento deve ser aceito.

Analisando-se os fluxos de caixa, percebe-se que o investimento é recuperado em algum momento entre o ano 1 e 2. O fluxo de caixa do ano 1 é igual a R\$ 5.368.100, faltando ainda recuperar R\$ 2.131.900 no segundo ano. Calculando tem-se:

$$\text{Payback} = 2.131.900/6.098.550$$

$$\text{Payback} = 0,35$$

O período de payback é, portanto, de 1,35 anos ou aproximadamente 1 ano e 4 meses.

A TIR é de 35%, um retorno superior ao obtido com os valores projetados. O cálculo foi realizado com o auxílio de planilhas eletrônicas.

Do ponto de vista ambiental o investimento proporcionou uma diminuição bastante significativa da água captada externamente no Rio Jacuí, que reduziu 97% de 1998 a 2007, passando de 20 mil para 600 metros cúbicos diários. O sistema de recirculação faz com que este recurso natural seja preservado.

A água descartada pela usina também apresentou um decréscimo bastante significativo, representando uma grande melhoria da qualidade do rio, visto que são minimizadas as modificações das características originais do mesmo. A partir dos dados coletados, de um total de 341m³/dia de água descartada em 1999, reduziu-se para uma média de 47 m³/dia em 2007, o que representa uma redução de 86% ao longo do período, conforme pode ser observado no gráfico 5.

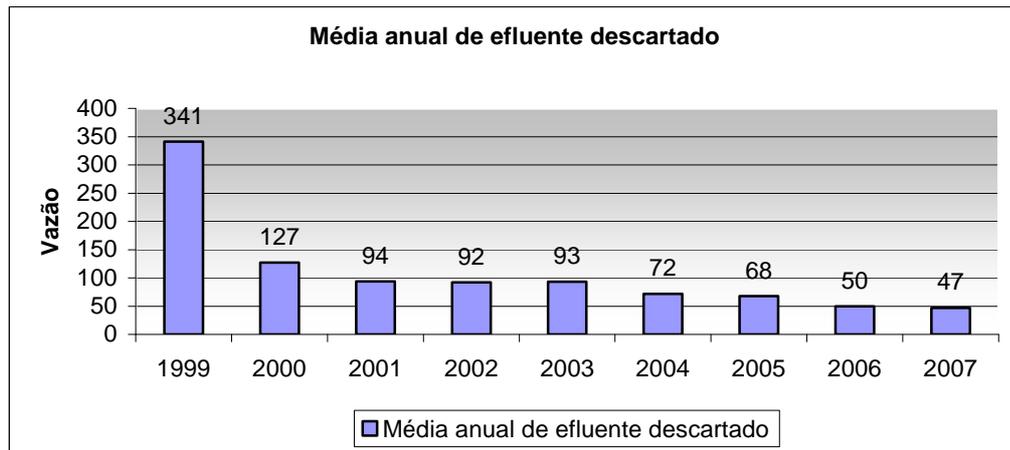


Gráfico 5 – Média Anual de Efluente descartado no Rio Jacuí

Além da grande redução em termos de volumes, a qualidade do efluente descartado também melhorou muito, devido principalmente à presença de filtros de areia que retêm os sólidos presentes na água. A concentração de sólidos passou de 30 mg/L em 1999 em cada um dos canais para um valor de 1 mg/L a partir do ano de 2005.

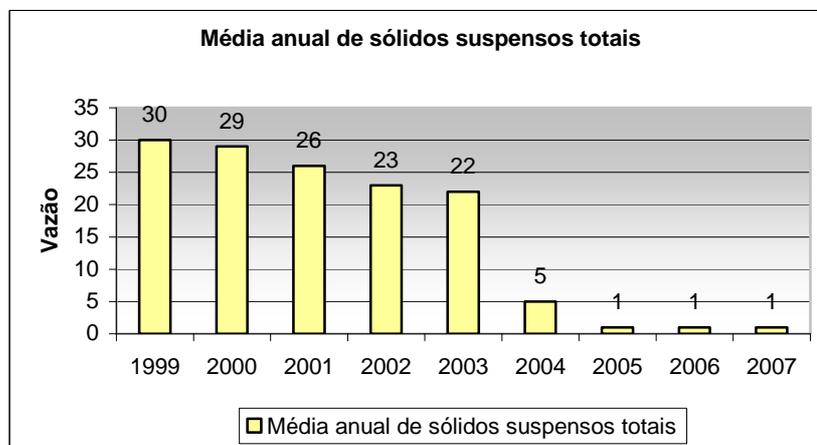


Gráfico 6 – Concentração Média Anual de Sólidos Suspensos presentes na Água

Do ponto de vista financeiro, o investimento foi recuperado em menos de 2 anos, tempo menor do que o mínimo exigido pela empresa (3 anos) e proporcionou uma economia de aproximadamente R\$ 11,7 milhões em 9 anos (de 1999 a 2007). Além disso, o retorno do investimento foi superior ao retorno obtido em outros investimentos que a companhia realizou no mesmo período.

5.1.2 Investimento em Medidas Ecoeficientes: Maior Reciclagem e Reaproveitamento dos Resíduos

Visto que os custos de transporte, tratamento e destinação dos resíduos são elevados, foi e continua sendo de fundamental importância, minimizar a geração dos mesmos, conforme os fundamentos de P+L e encontrar alternativas de reciclagem e reaproveitamento no próprio processo (medidas ecoeficientes). Uma das alternativas encontradas para preservação do meio ambiente foi a de aumentar a comercialização dos resíduos que não puderem ser reaproveitados no processo, visto que muitos deles são utilizados como insumo por outras indústrias, como a do cimento.

O cimento é feito aquecendo-se calcário e argila até eles se fundirem em um material chamado escória do cimento, que então é misturado com vários aditivos. O aquecimento e a reação química liberam grandes quantidades de dióxido de carbono, contribuindo para o aquecimento global. Os fornos de aquecimento são geralmente movidos a carvão. Esta escória pode ser substituída pela escória gerada na fabricação do aço, evitando assim a etapa altamente poluente de fundição do calcário e da argila.

A escória proveniente do alto-forno é utilizada como componente na fabricação de cimento. Hoje, a fórmula básica do cimento, de acordo com os dados coletados na empresa, à base de rejeito de aço é 88% de escória, 10% de gipsita e 2% de cal. O clínquer, que é o cimento puro, feito de argila e calcário, custa no mínimo R\$ 80 a tonelada. Como a escória tem um preço bem menor, em torno de R\$ 15,00, as indústrias que fabricam cimento retiram até 70% de clínquer e no seu lugar adicionam a escória moída. Embora no Brasil o uso da escória ainda esteja sendo implementado, em outros países essa utilização já está consolidada. Segundo dados do IPR (Instituto de Pesquisas Rodoviárias), os Estados Unidos reutilizam cerca de 7,5 milhões de toneladas de escória por ano. Na Europa são 12 milhões de toneladas por ano e, no Japão, o uso da escória já está normatizado desde 1979.

A escória de aciaria pode ser utilizada na construção de lastros no leito de ferrovias e nas infra-estruturas rodoviárias, bem como em forma de cascalho em vias não pavimentadas para evitar a formação de poeira. Este material tanto pode ser utilizado em base e sub-base de pavimentos quanto como agregado na confecção de misturas asfálticas. A escória é mais utilizada em camadas inferiores do que como agregado em revestimentos.

Em 2007, foram gerados cerca de 372 kg de resíduos para cada tonelada de aço bruto produzido nas usinas do grupo. Escória de alto forno e de aciaria são os dois itens mais relevantes pelas suas quantidades (cerca de 70% do total de resíduos gerados). Para cada tonelada de aço bruto produzido, cerca de 182 kg (65%) são gerados de escória de alto forno e 78 kg (35%) de escória de aciaria. O restante divide-se em lamas (11)% pós, (10%) e outros (9%).

O percentual de reaproveitamento dos resíduos hoje é de 79%. Do total reaproveitado, 30% são reciclados no próprio processo e os 70% restantes são destinados à venda.

Considerando que a usina Aços Especiais Piratini produziu em 2007 381.619 toneladas de aço bruto, foram geradas 141.962 toneladas de resíduo. A tabela 7 mostra detalhadamente quantidade de resíduo reaproveitada, reciclada e destinada à venda, além da quantidade de escórias produzida.

Tabela 7 – Produção, Reciclagem e Venda de Resíduos

Resíduos	Toneladas
Produção	141.962,27
Reaproveitamento	112.150,19
Reciclagem	33.645,06
Vendas	78.505,13
Escórias	99.373,59
Escória de alto forno	64.592,83
Escória de aciaria	34.780,76

A um preço de venda de R\$ 12 a tonelada da escória de alto forno e de R\$ 30 a tonelada de escória de aciaria, de acordo com os dados coletados na empresa, obteve-se uma receita de aproximadamente R\$ 1,8 milhões em 2007 com a venda das mesmas. Considerando-se os custos para tratamento e destinação demonstrados na tabela a seguir, a venda dos resíduos como insumo para outros setores industriais é bastante atrativa e uma maneira de se preservar o meio ambiente. Os resíduos utilizados como matéria prima em outras indústrias como a do cimento, podem evitar processos altamente poluentes.

Hoje, os 21% de resíduos não reaproveitados, são tratados de acordo com as normas ambientais, segundo relatórios disponibilizados pela companhia. A tabela 8 mostra os custos de destinação dos principais resíduos gerados na fabricação de aços especiais.

Tabela 8 – Principais Resíduos gerados na Fabricação de Aços Especiais

Resíduos	R\$/t
Lama de tratamento de efluentes	58,00
Pó de aciaria	92,00
Escória inox	92,00

O custo total de destinação dos principais resíduos soma R\$ 242 por tonelada. Os custos de transporte e tratamento por tonelada são em média de R\$ 7 e R\$ 100, respectivamente. A tabela 9 mostra a despesa total no ano de 2007 com a destinação, o tratamento e o transporte dos três principais resíduos gerados na usina.

Tabela 9 – Tratamento, Destinação e Transporte de Pós, Lamas e Escórias

Resíduos	Toneladas	Custos de destinação	Custos de transporte	Custos de tratamento	Custos totais
Pós	2.981,21	R\$ 274.271,10	R\$ 20.868,45	R\$ 298.120,76	R\$ 593.260,32
Lamas	3.279,33	R\$ 190.201,05	R\$ 22.955,30	R\$ 327.932,84	R\$ 541.089,18
Escórias	20.868,45	R\$ 1.919.897,71	R\$ 2.086.845,34	R\$ 2.086.845,34	R\$ 6.093.588,39

Pela análise dos dados, conclui-se que os custos de se produzir resíduos são altos. O total para o ano de 2007 foi de aproximadamente R\$ 7,2 milhões. Portanto, investimentos que proporcionem a redução da geração dos resíduos e o desenvolvimento de pesquisas para otimização do uso das matérias-primas devem ser considerados para que a empresa diminua seus custos.

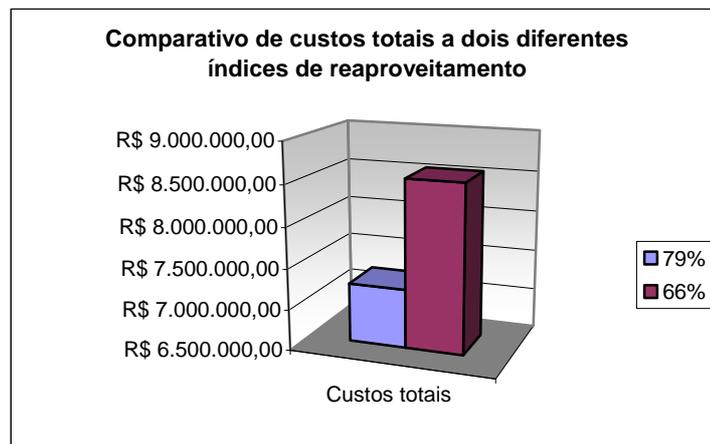
O índice de reutilização dos resíduos na usina passou de 66% em 2004 para 79% em 2007, devido principalmente a pesquisas desenvolvidas em parceria com universidades para ampliação do uso dos mesmos. Em 2004, cerca de 13% dos resíduos eram reutilizados e 63% destinados à comercialização.

Se o percentual de reaproveitamento de 2004 fosse mantido (66%), os custos totais com tratamento, destinação e transporte dos resíduos levando-se em conta a produção de 2007 da usina e mantidos os valores pagos atualmente por estes serviços, seriam de aproximadamente R\$ 8,5 milhões, uma diferença de R\$ 1,3 milhões a mais. Os cálculos foram feitos com o auxílio de planilhas eletrônicas (Anexo). Os custos estão expostos na tabela 10.

Tabela 10 - Destinação, Transporte e Tratamento de Pós, Lamas e Escórias

Resíduos	Toneladas	Custos de destinação	Custos de transporte	Custos de tratamento	Custos totais
Pós	4.826,72	R\$ 444.057,97	R\$ 33.787,02	R\$ 482.671,71	R\$ 960.516,71
Lamas	5.309,39	R\$ 307.944,55	R\$ 37.165,72	R\$ 530.938,88	R\$ 876.049,16
Escórias	33.787,02	R\$ 3.108.405,82	R\$ 236.509,14	R\$ 3.378.701,98	R\$ 6.723.616,94

Os dados mostram que o aumento do índice de reaproveitamento, de 66% para 79%, trouxe uma maior economia nos custos com os resíduos que precisam ser destinados, transportados e tratados de maneira adequada para a não contaminação do meio ambiente. O comparativo dos custos totais a índices de reaproveitamento de 66% e 79% pode ser observado no gráfico 7.

**Gráfico 7 – Comparativo de Custos Totais**

Seguindo a proposta de produção mais limpa, de minimização da geração de resíduos, a tabela 11 simula a despesa total com destinação, tratamento e transporte dos mesmos, considerando-se uma redução de 10% na produção de resíduos (de 372 kg para 335 kg para cada tonelada de aço bruto produzido) e como medida ecoeficiente um aumento de 10% no índice de reutilização (de 79% para 87%).

Tabela 11 – Redução de 10% na Geração de Resíduos e Aumento de 10% na Reutilização

Resíduos	Toneladas	Custos de destinação	Custos de transporte	Custos de tratamento	Custos totais
Pós	1.845,51	R\$ 169.786,87	R\$ 12.918,57	R\$ 184.550,95	R\$ 367.256,39
Lamas	2.030,06	R\$ 117.743,51	R\$ 14.210,42	R\$ 203.006,04	R\$ 334.959,97
Escórias	12.918,57	R\$ 1.188.508,11	R\$ 90.429,96	R\$ 1.291.856,64	R\$ 2.570.794,71

A redução de 10% na geração de resíduos e o aumento de 10% na reciclagem representariam uma economia de aproximadamente R\$ 3,9 milhões nos custos de tratamento, transporte e destinação adequada dos resíduos. No gráfico 8 é possível observar esta diferença.

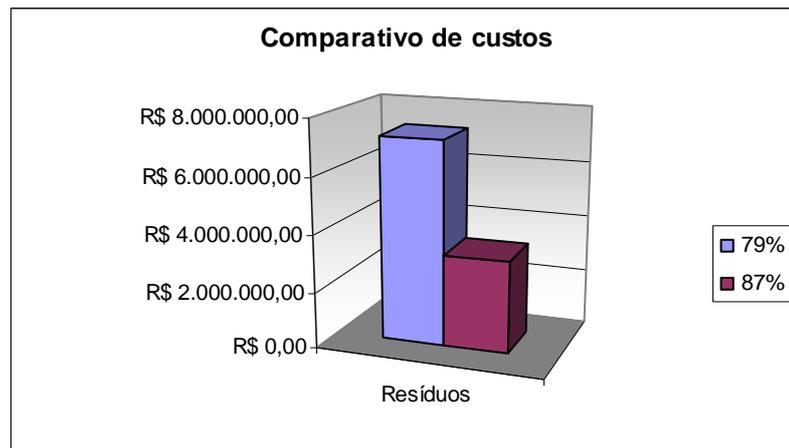


Gráfico 8 – Comparativo de Custos a dois diferentes percentuais de Reaproveitamento

A redução da produção de resíduos é possível com investimentos em novas tecnologias de fabricação do aço. De acordo com o IBS, algumas siderúrgicas, como a Posco, já adotam um processo menos poluente e com menor geração de resíduos, denominado Finex.

A Posco construiu um alto-forno que pode preparar tipos mais baratos de carvão e minério de ferro para serem convertidos em ferro-gusa sem colocá-los nos fornos altamente poluentes usados na fabricação tradicional. Foram investidos mais de US\$ 2 bilhões em pesquisa para criar o processo. O processo Finex usa tanto fino de carvão como fino de minério de ferro, o que o torna mais eficiente em termos de custos.

O ferro criado no alto-forno Finex pode ser usado em qualquer tipo de aço, inclusive os de alta qualidade usados na indústria automobilística.

A diminuição da geração de resíduos é possível através da melhoria processo de produção já existente, ou da aquisição de novas tecnologias, conforme os fundamentos de P+L.

Do ponto de vista ambiental, a minimização da geração de resíduos diminui o impacto das atividades no meio ambiente através:

- a) da redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados;
- b) da redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem
- c) da redução da poluição por exemplo, para a indústria de cimento, que reduz a emissão de gás carbônico utilizando escória de alto forno.

Do ponto de vista financeiro, a diminuição da quantidade de resíduos significa redução dos custos com o seu tratamento, transporte e destinação final, que hoje são elevados. Já o que não puder ser reduzido, as vendas se transformam em um atrativo para incremento das receitas.

5.1.3 Investimento em P+L: Redução de Sucata por Corrida de Aço Inox

No ano de 2004 entrou em funcionamento na usina Aços Especiais Piratini um novo Removedor de Escória (equipamento que remove as escórias com menor perda de aço). O objetivo do investimento neste equipamento mais moderno era de reduzir as perdas de aço durante a remoção da escória em aços inoxidáveis, e a quantidade de sucata produzida por corrida de aço inox. A redução proporcionada pelo novo equipamento seria de 688 kg de sucata por corrida

Visto que em um ano são realizadas 408 corridas, a redução total de sucata produzida anualmente seria de 280,70 toneladas. Com esta redução seria possível um ganho anual de aproximadamente R\$ 639 mil, conforme cálculo mostrado a seguir.

Custo do inox (R\$/t)= 4.960

Custo da sucata de inox (R\$/t) = 2.680

Diferença = 4960 – 2680

Diferença = 2.280

Ganho anual = 2.280 X 280,70

Ganho anual = R\$ 639.996

O investimento teve um custo de R\$ 874 mil e foi iniciado em 2002 e finalizado em 2004. Os custos com obras e instalações, equipamentos, operação e manutenção e treinamento de pessoal, estão expostos na tabela 12. As receitas são referentes às economias anuais projetadas que o investimento proporcionaria

A seguir encontra-se o fluxo de caixa do investimento.

Tabela 12 – Fluxo de Caixa do Investimento

Em R\$	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Obras e Instalações	8.740	8.740	8.740	0	0	0
Equipamentos	699.200	87.400	34.960	0	0	0
Treinamento de Pessoal	8.740	8.740	8.740	0	0	0
Total do Investimento	716.680	104.880	52.440	0	0	0
Custos Op. Manutenção	0	0	0	17.480	17.480	17.480
Total de Desembolsos	716.680	104.880	52.440	17.480	17.480	17.480
"Receitas" Economia	0	0	0	639.996	639.996	639.996
Fluxo de Caixa Líquido	(716.680)	(104.880)	(52.440)	622.516	622.516	622.516

A uma taxa de desconto de 15%, pode-se analisar o retorno financeiro do investimento através do cálculo do VPL, da TIR e o período de payback, demonstrados a seguir.

$$\text{VPL} = 622.516/1,151 + 622.516/1,152 + 622.516/1,153$$

$$\text{VPL} = 541.318,30 + 470.711,50 + 409.314,40$$

$$\text{VPL} = 1.421.344 - 874.000$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 547.344,17$$

Observando o fluxo de caixa, nota-se que o investimento se recupera em algum momento entre o ano de 2005 e 2006. O período de payback deste investimento é dado por:

$$\text{Payback} = 251.484/622.516$$

$$\text{Payback} = 0,40$$

Portanto, o investimento se recupera em 1,4 anos.

A TIR do projeto é de 23%, um valor superior a taxa mínima de atratividade. A TIR foi calculada com o auxílio de planilhas eletrônicas.

A maior parte da sucata reciclada são materiais que se tornam obsoletos, como fogões, geladeiras e carros velhos. O aço resultante do processo produtivo das indústrias, como a automotiva, de embalagens e de eletrodomésticos também é reciclado.

Cada tonelada de aço reciclado representa uma economia de 1.140 kg de minério de ferro, 154 kg de carvão e 18 kg de cal. Na tabela 13 estão expostos os custos destes insumos em 2007.

Tabela 13 – Custos dos Insumos por tonelada de aço

Insumos	R\$/t
Minério de ferro	4,88
Carvão mineral	68,00
Cal	0,25

Conforme pode ser observado na tabela, o custo total dos insumos é de R\$ 73,13 por tonelada. A quantidade de aço reciclado na usina em 2007, de 33.645 toneladas, gerou uma economia de aproximadamente R\$ 2,4 milhões, levando-se em consideração o valor pago pelas matérias-primas. Isto evitou a retirada de 38.355 toneladas de minério de ferro e 5.181 toneladas de carvão mineral.

Do ponto de vista ambiental, o consumo de sucata traz benefícios que incluem a redução das emissões de CO₂, a diminuição do uso de energia e diminuição do volume de materiais destinados a aterros. De acordo com estudos realizados pela ONU, a cada 75 embalagens de aço recicladas, é evitado o corte de uma árvore que, sem isso, estaria sendo

transformada em carvão vegetal e, a cada 100 embalagens de aço recicladas, poupa-se o equivalente a uma lâmpada de 60W acesa por uma hora.

De acordo com o Instituto Ambientalista da Cidade do Rio de Janeiro, se o Brasil reciclasse todas as latas de aço que consome, seria possível evitar a retirada de 900 mil toneladas de minério de ferro por ano, prolongando a vida útil das reservas minerais; economizaria 240 milhões de kWh de energia elétrica, equivalente ao consumo de 4 bilhões de lâmpadas de 60 Watts e deixaria de cortar 45 milhões de árvores de reflorestamento comercial, necessárias à produção de carvão vegetal usado como redutor do minério de ferro. Somente na cidade de São Paulo, 360 toneladas de latas de aço são jogadas no lixo diariamente. O índice de reciclagem em 2007 foi de 49%.

Do ponto de vista financeiro, o consumo de sucata traz benefícios que incluem a obtenção de custos mais competitivos e o aumento da produtividade. A reciclagem do aço representa economia nos custos com as matérias-primas necessárias para a fabricação do aço.

O investimento em um novo equipamento removedor de escória reduziu as perdas de aço durante a produção e proporcionou um ganho anual de aproximadamente R\$ 639 mil nos custos de produção. Além disso, o investimento foi recuperado em menos de 2 anos, tempo menor do que o máximo que a empresa aceita que a maioria dos investimentos se recupere (3 anos). O retorno obtido, de 23%, foi maior do que o retorno de muitos investimentos que a empresa realiza.

5.1.4 Investimento em P+L: Co-geração de energia elétrica

A energia é o segundo maior gasto do grupo e só fica atrás da sucata. Os insumos energéticos são aplicados a três tipos de usos finais: força motriz, aquecimento direto e energia eletroquímica (redução). Em 2007, somente na Gerdau Açominas, o gasto com energia elétrica foi de aproximadamente R\$ 167 milhões, de acordo com os dados coletados na empresa. Buscando a redução destes custos e maior eficiência energética, alternativas de conservação de energia foram estudadas para implantação na usina.

Em 2006 foi realizado um investimento para a implantação de um Sistema de Recuperação do Gás de Aciaria (LDG) na Gerdau Açominas, com o objetivo de direcionar o LDG para co-geração de energia elétrica na Central Termoelétrica, a qual é responsável pela produção de vapor, pela geração de energia elétrica e pelo envio de ar soprado para o Alto-Forno.

O gás LDG é composto de CO, CO₂, N₂ e vapores de água. A presença de altos teores de CO possibilita a sua recuperação para co-geração de energia elétrica. O sistema recupera a parcela de LDG rica em CO e o direciona para a Central Termoelétrica a fim de utilizá-lo para co-geração de energia.

Os investimentos foram aplicados em sua maior parte em um sistema de limpeza do LDG apropriado, de forma a condicionar o gás às exigências do processo, transporte adequado e co-geração de energia.

A co-geração de energia com LDG é realizada pela sua queima e transformação em energia elétrica através de geradores existentes (potência nominal de 15 MW⁵ e 25 MW). O uso do LDG para co-geração de energia elétrica não necessita de combustíveis auxiliares, devido às propriedades características próprias do LDG.

Esta co-geração de energia elétrica a partir da recuperação do LDG evita a compra de 30% da energia elétrica pela Gerdau do Sistema Interligado Nacional, o qual apresenta um fator de emissão de 0,2783 toneladas de CO₂ por MWh⁶. Com isso, cada MWh produzido pelo sistema evita a emissão de 0,2783 toneladas de CO₂ para a atmosfera.

O investimento em equipamentos (gasômetro e tubulações), estudos e pesquisas, obras e instalações e treinamento de pessoal foi de R\$ 35 milhões. O projeto iniciou em 2004 e terminou em 2006, com o início das atividades do sistema. A receita é referente à economia que o investimento proporcionaria anualmente. O fluxo de caixa projetado é demonstrado a seguir.

⁵ Megawatts.

⁶ Megawatts por hora.

Tabela 14 – Fluxo de Caixa projetado

Em R\$	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Estudos e Pesquisas	350.000	350.000	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.750.000	1.050.000	700.000	0	0	0
Equipamentos	28.000.000	1.400.000	700.000	0	0	0
Treinamento de Pessoal	0	350.000	350.000	0	0	0
Total do Investimento	30.100.000	3.150.000	1.750.000	0	0	0
Custos Op. Manutenção	0	0	0	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Total de Desembolsos	30.100.000	3.150.000	1.750.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
"Receitas" Economia	0	0	0	49.246.965	49.246.965	49.246.965
Fluxo de Caixa Líquido	(30.100.000)	(3.150.000)	(1.750.000)	48.196.965	48.196.965	48.196.965

Para uma análise financeira mais acurada, analisa-se o VPL, o período de payback e a TIR do projeto, de acordo com as informações expostas na tabela. A taxa de desconto é de 15% ao ano.

$$\text{VPL} = 48.196.965/1,15 + 48.196.965/1,15^2 + 48.196.965/1,15^3$$

$$\text{VPL} = 41.910.404 + 36.443.830 + 31.690.287$$

$$\text{VPL} = 110.044.521 - 35.000.000$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 75.044.522$$

Conforme pode ser observado no fluxo de caixa, o investimento se recupera em algum momento entre 2005 e 2006. Logo, o período de payback é dado por:

$$\text{Payback} = 18.990.725,82/53.990.726$$

$$\text{Payback} = 0,35$$

Com isso, o investimento se recuperaria em 1,35 anos.

A TIR é de 46% e foi calculada com o apoio de planilhas eletrônicas.

A análise dos resultados do VPL, do payback e da TIR, conduz a decisão de aceitar este projeto em função do VPL positivo, da rápida recuperação do investimento e do alto retorno.

De acordo com os dados coletados na empresa, o consumo de energia para a produção de 1 tonelada de aço é de 0,564 MWh. Considerando-se a produção da usina Açominas em 2007, de 2.853.507 milhões de toneladas e o preço pago em média pelo MWh de energia elétrica de R\$ 102, têm-se o seguinte custo com energia elétrica sem a realização do investimento:

Custo da energia elétrica (ano) = produção X consumo de e.e/t X custo e.e

Custo da energia elétrica (ano) = 2.853.507 X 0,564 x 102

Custo da energia elétrica (ano) R\$ 164.156.550,70

Com o investimento no sistema de recuperação do gás LDG para co-geração de energia elétrica, mantidos os valores de produção, consumo de energia por tonelada e preço do MWh, o custo passa a ser o seguinte:

Custo da energia elétrica (ano) = produção X consumo de e.e/t X 0,7 X custo

Custo da energia elétrica (ano) = 2.853.507 X 0,564 x 0,7 X 102

Custo da energia elétrica (ano) = R\$ 114.909.585,49

Com a redução de 30% na compra de energia da matriz elétrica nacional devido ao sistema de recuperação do LGD, os custos com energia elétrica passam a ser de R\$ 114.909.585,49, o que gera uma economia de aproximadamente R\$ 49 milhões ao ano.

Uma vez realizado o investimento, os parâmetros passíveis de modificação são a receita e os custos. Os custos de operação e manutenção são controlados e praticamente constantes, devido às próprias características de operação do processo, o que faz com que o parâmetro mais significativo e decisivo para os resultados do investimento seja a receita. Desse modo, foram avaliados alguns cenários de preço de energia.

Para isso, foram estabelecidos os seguintes cenários para a energia elétrica:

- baixa do preço em 15%, decorrente da redução de consumo no caso de um maior desaquecimento da economia;
- aumento do preço em 20%, decorrente do aumento de consumo no caso de aquecimento da economia.

O quadro 1 apresenta os cenários de baixa e aumento dos preços da energia e o novo custo total anual.

Quadro 1 – Cenários de preços da Energia

	Baixa de 15%	Alta de 20%
Preço Mwh	R\$ 86,70	R\$ 122,40
Custo total	R\$ 139.533.068,09	R\$ 196.987.860,84

Em um cenário de baixa do preço da energia elétrica, o custo total anual seria de R\$ 139.533.068,09, sem a realização do investimento. Com a realização do investimento, o custo baixaria para R\$ 97.673.147,66.

Já um cenário de alta do preço da energia elétrica, o custo passaria a ser de R\$ 196.987.860,84, sem a realização do investimento. Com o investimento, o custo reduziria para R\$ 137.891.502,58. Nas tabelas 14 e 15 encontram-se os fluxos de caixas projetados para o investimento, levando em conta os cenários de baixa e alta do preço da energia elétrica, respectivamente.

Tabela 15 – Fluxo de Caixa projetado com Baixa do preço

Em R\$	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Estudos e Pesquisas	350.000	350.000	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.750.000	1.050.000	700.000	0	0	0
Equipamentos	28.000.000	1.400.000	700.000	0	0	0
Treinamento de Pessoal	0	350.000	350.000	0	0	0
Total do Investimento	30.100.000	3.150.000	1.750.000	0	0	0
Custos de Operação e	0	0	0	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Total de Desembolsos	30.100.000	3.150.000	1.750.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
"Receitas" Economia	0	0	0	41.859.920	41.859.920	41.859.920
Fluxo de Caixa Líquido	(30.100.000)	(3.150.000)	(1.750.000)	40.809.920	40.809.920	40.809.920

Tabela 16 – Fluxo de Caixa projetado com Alta do preço

Em R\$	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Estudos e Pesquisas	350.000	350.000	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.750.000	1.050.000	700.000	0	0	0
Equipamentos	28.000.000	1.400.000	700.000	0	0	0
Treinamento de Pessoal	0	350.000	350.000	0	0	0
Total do Investimento	30.100.000	3.150.000	1.750.000	0	0	0
Custos de Operação e Manutenção	0	0	0	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Total de Desembolsos	30.100.000	3.150.000	1.750.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
"Receitas" Economia	0	0	0	59.096.358	59.096.358	59.096.358
Fluxo de Caixa Líquido	(30.100.000)	(3.150.000)	(1.750.000)	58.046.358	58.046.358	58.046.358

Com estes dados é possível calcular o VPL, o período de payback e a TIR para os dois cenários a uma taxa de desconto de 15%. Em um cenário de baixa do preço tem-se:

$$\text{VPL} = 40.809.920/1,15 + 40.809.920/1,15^2 + 40.809.920/1,15^3$$

$$\text{VPL} = 35.486.887 + 30.858.163 + 26.833.185$$

$$\text{VPL} = 93.178.235 - 35.000.000$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 58.178.235$$

Observando o fluxo de caixa, nota-se que o investimento é recuperado entre 2005 e 2006. O período de payback é dado por:

$$\text{Payback} = 5.809.920 / 40.809.920$$

$$\text{Payback} = 0,14$$

Com este resultado, o investimento se recupera em 1,14 anos.

A TIR para este cenário de baixa no preço é de 40%, e foi calculada com o auxílio de planilhas eletrônicas.

Em um cenário de alta do preço, tem-se:

$$\text{VPL} = 58.046.358 / 1,15 + 58.046.358 / 1,152 + 58.046.358 / 1,153$$

$$\text{VPL} = 50.475.094 + 43.891.386 + 38.166.423 - 35.000.000$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 97.532.903$$

Analisando o fluxo de caixa, percebe-se que o investimento é recuperado entre 2005 e 2006. O período de payback é dado por:

$$\text{Payback} = 23.046.358 / 58.046.358$$

$$\text{Payback} = 0,40$$

Portanto, o payback é de 1,4 anos.

Em ambos os cenários projetados, o investimento continua sendo financeiramente atrativo, visto seus retornos e a rápida recuperação do valor investido.

Do ponto de vista ambiental, o investimento traz a redução de emissões atmosféricas de GEE (através da utilização dos gases das unidades produtivas ocorre uma efetiva redução de emissões de GEE, relacionadas à produção da eletricidade que deixou de ser adquirida da matriz nacional de energia elétrica).

Do ponto de vista financeiro, o principal retorno deste investimento é a economia significativa de energia elétrica através da co-geração. De acordo com os resultados obtidos, a co-geração diminui significativamente o gasto anual com energia elétrica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção da degradação ambiental trouxe questionamentos ao papel das indústrias na sociedade moderna, não só quanto a extração de recursos da natureza mas também quanto as conseqüências dos seus modelos de produção. Nos últimos anos a demanda por premissas e ações de proteção ambiental vem crescendo, devido principalmente ao aquecimento global, a escassez dos recursos naturais e a constante preocupação de uma sociedade que exige cada vez mais que as empresas sejam responsáveis do ponto vista econômico, social e ambiental. A temática ambiental vem ganhando maior visibilidade, fazendo com que as empresas que utilizam recursos naturais e poluem o meio ambiente tomem atitudes quanto à preservação e recuperação do meio ambiente.

Nos últimos anos as empresas ganharam poder econômico e político, e são agentes importantes de mudanças econômicas, políticas, sociais e ambientais, que podem ser negativas ou positivas. A adoção de medidas ecoeficientes, por exemplo, é uma mudança positiva que as empresas vêm implantando.

Através deste estudo foi possível avaliar os diversos impactos que a atividade siderúrgica causa no meio ambiente, seja pelo uso intensivo de energia, especialmente na forma de carvão mineral ou carvão vegetal (cuja produção está ligada a destruição de matas nativas e a expansão da monocultura de eucalipto), pela grande quantidade de água utilizada para refrigeração de equipamentos ou pela elevada quantidade de resíduos gerados no processo de produção do aço.

A adoção de medidas ecoeficientes trouxe diversos ganhos ambientais. A implantação de um novo sistema de recirculação das águas trouxe benefícios tais como redução significativa do consumo, redução e melhoria da qualidade da água devolvida ao rio. O aumento do índice de reaproveitamento dos resíduos gerados e sua comercialização reduzem o consumo de recursos naturais não renováveis quando substituídos por resíduos reciclados, reduzem as áreas necessárias para aterros e evita que estes materiais sejam jogados na natureza. O uso dos resíduos como matéria-prima por outras indústrias pode evitar processos poluentes. A otimização do uso da sucata traz benefícios que incluem a redução das emissões de dióxido de carbono, a diminuição do uso de energia e a redução do volume de materiais destinados a aterros, além de evitar o corte de árvores e a retirada de minério de ferro,

prolongando assim a vida útil das reservas minerais. Já a co-geração de energia elétrica traz como ganho ambiental a redução de emissões atmosféricas de GEE, através da utilização dos gases das unidades produtivas que faz com que ocorra uma efetiva redução das emissões, relacionadas à produção da eletricidade que deixou de ser adquirida da matriz nacional de energia elétrica.

Através dos dados disponibilizados pela empresa foi possível montar uma análise e verificar que os investimentos em medidas ecoeficientes trouxeram retornos financeiros para a Gerdau, conforme mostram os resultados gerados neste estudo de caso. É importante ressaltar que a companhia não dispunha do resultado financeiro destes investimentos em medidas ecoeficientes, somente os resultados ambientais. Em função disso, os dados eram primários e tiveram de ser analisados para se atingir o objetivo geral desta pesquisa, de verificar se estes investimentos traziam retornos financeiros para a organização.

Os resultados financeiros destes investimentos podem trazer a quebra de determinados paradigmas, ficando evidente para a Alta Administração da companhia as vantagens em se pensar mais limpo, ou seja, em se repensar o processo produtivo, considerando medidas ecoeficientes como uma estratégia eficaz para a obtenção de ganhos significativos.

Pelos resultados apresentados no estudo de caso da Gerdau, as medidas ecoeficientes aliam fatores importantes para a obtenção de lucro e de vantagens competitivas estando atreladas, principalmente, à redução de custos, o que é recurso estratégico importante para a sobrevivência das empresas no mercado.

Esta pesquisa foi realizada analisando-se apenas quatro investimentos em medidas ecoeficientes em duas usinas do grupo. Outros estudos podem ser realizados no sentido de se verificar os resultados financeiros gerados por outros investimentos feitos nas demais usinas da Gerdau. Outras pesquisas também podem ser feitas por empresas que desejam verificar os impactos ambientais de suas atividades e se as medidas ecoeficientes adotadas geram retornos financeiros.

REFERÊNCIAS

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - **.Publicações**. Disponível em: <<http://www.cetesb.gov.br>>. Acesso em: 27 ago. 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 3ª Edição, 1991.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997.

HOUGHTON, John. **Global Warming - The Complete Briefing**. 3.ed. Cambridge Press, 2004.

IBS – Instituto Brasileiro de Siderurgia - **.Meio Ambiente e Responsabilidade Social**. Disponível em: <<http://www.ibs.org.br>>. Acesso em: 12 set. 2008.

IISI – International Institute of Steel and Iron - **.Steel in Figures**. Disponível em: <<http://www.iisi.org>>. Acesso em: 30 out. 2008.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – **Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

KIPERSTOK, Asher (Org.). Prata da Casa: **Construindo Produção Limpa na Bahia**. Bahia:Teclim/UFBA, 2008.

MILANEZ, Bruno. **A Inserção do Brasil e seus Impactos para a Sociedade e o Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.justicaambiental.org.br>>. Acesso em: 29 ago. 2008.

NASCIMENTO, L.F.; LEMOS, Â.D.C.; MELLO, M.C.A. **Gestão Socioambiental Estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

OLIVEIRA, José Antônio Puppim. **Empresas na Sociedade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

PASCOAL, Guto. **Aquecimento Global já pode ser sentido**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 09 ago. 2008.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - **Climate Change Information**. Disponível em <<http://www.unep.org.br>>. Acesso em: 20 ago.2008.

ROSS, S.A; WESTERFIELD, R.W.; JORDAN, B.D. **Princípios de Administração Financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TEIXEIRA, Sérgio. **Novo Clima para os Negócios**. Disponível em: <<http://www.portalexame.abril.com.br>>. Acesso em: 27 ago. 2008.

UNIDO. **Cleaner production toolkit - introduction into cleaner production**. Volume 1, 2001.

UNIDO/UNEP. **Manual de avaliação de P+L**. Porto Alegre, 1995

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Integrated Environmental Management Systems – Implementation Guide**. Disponível em: <<http://www.epa.gov.dfe>>. Acesso em: 30 set. 2008.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. **Eccefficiency: Creating More Value With Less Impact**. Geneva: Switzerland, 2000.

WMO – World Meteorological Organization - . **Publications – World Climate News**. Disponível em: <<http://www.wmo.ch>>. Acesso em: 15 set. 2008.

WWF – WorldWide Found for Nature – **Mudanças Climáticas e Energia**. Disponível em <<http://www.wwf.org.br>>. Acesso em: 21 ago.2008.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

UNEP. **Cleaner production worldwide**. Vol. II. França, 1995.

ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS

Roteiro de entrevista realizada com os responsáveis pela área de Meio Ambiente e Auditoria Interna

- a) Quando a empresa começou a atuar fortemente em relação à questão ambiental?
- b) Quais os fatores que levaram a empresa a investir em meio ambiente?
- c) Em que momento as práticas ambientais são atreladas à eficiência do processo produtivo?
- d) A empresa transfere para o processo produtivo a preocupação com as questões ambientais?
- e) Você acha que os empregados da empresa estão conscientes dos problemas de meio ambiente que a empresa gera?
- f) A empresa está preocupada com o ciclo de vida do produto?
- g) Como são desenvolvidos os projetos na área de Meio Ambiente?
- h) Como é calculada a viabilidade econômica destes projetos?
- i) Existe ligação entre a área de Meio Ambiente, Custos e Contabilidade?
- j) Como os custos são identificados em relação aos projetos?
- k) A empresa tem uma estrutura voltada para a implementação de medidas ecoeficientes?
- l) A empresa investe em novas tecnologias voltadas para implantação de medidas ecoeficientes?
- m) Qual foi a repercussão dos projetos desenvolvidos em meio ambiente?

**ANEXO C - PLANILHAS SUPORTE PARA CÁLCULO DA TIR DOS
INVESTIMENTOS (SUCATA)**

Em R\$	FLUXO DE CAIXA PROJETADO					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Obras e Instalações	8.740	8.740	8.740	0	0	0
Equipamentos	699.200	87.400	34.960	0	0	0
Treinamento de Pessoal	8.740	8.740	8.740	0	0	0
Total do Investimento	716.680	104.880	52.440	0	0	0
Custos Op. Manutenção	0	0	0	17.480	17.480	17.480
Total de Desembolsos	716.680	104.880	52.440	17.480	17.480	17.480
"Receitas" Economia	0	0	0	639.996	639.996	639.996
Fluxo de Caixa Líquido	(716.680)	(104.880)	(52.440)	622.516	622.516	622.516
TIR	23%					
Taxa de desconto	0,15					
VPL	R\$ 547.344,17					
Payback						

**ANEXO D - PLANILHAS SUPORTE PARA CÁLCULO DA TIR DOS
INVESTIMENTOS (ENERGIA)**

Em R\$	PROJETADO					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Estudos e Pesquisas	350.000	350.000	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.750.000	1.050.000	700.000	0	0	0
Equipamentos	28.000.000	1.400.000	700.000	0	0	0
Treinamento de Pessoal	0	350.000	350.000	0	0	0
Total do Investimento	30.100.000	3.150.000	1.750.000	0	0	0
Custos Op. Manutenção	0	0	0	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Total de Desembolsos	30.100.000	3.150.000	1.750.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
"Receitas" Economia	0	0	0	49.246.965	49.246.965	49.246.965
Fluxo de Caixa Líquido	(30.100.000)	(3.150.000)	(1.750.000)	48.196.965	48.196.965	48.196.965
TIR	46%					
Taxa de desconto	0,15					
VPL	R\$ 75.044.521,53					

BAIXA DO PREÇO DA ENERGIA

Em R\$	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Estudos e Pesquisas	350.000	350.000	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.750.000	1.050.000	700.000	0	0	0
Equipamentos	28.000.000	1.400.000	700.000	0	0	0
Treinamento de Pessoal	0	350.000	350.000	0	0	0
Total do Investimento	30.100.000	3.150.000	1.750.000	0	0	0
Custos de Operação e Manutenção	0	0	0	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Total de Desembolsos	30.100.000	3.150.000	1.750.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
"Receitas" Economia	0	0	0	41.859.920	41.859.920	41.859.920
Fluxo de Caixa Líquido	(30.100.000)	(3.150.000)	(1.750.000)	40.809.920	40.809.920	40.809.920
TIR	40%					
Taxa de desconto	0,15					
VPL	R\$ 58.178.235,35					
Payback						

ALTA DO PREÇO

Em R\$	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Estudos e Pesquisas	350.000	350.000	0	0	0	0
Obras e Instalações	1.750.000	1.050.000	700.000	0	0	0
Equipamentos	28.000.000	1.400.000	700.000	0	0	0
Treinamento de Pessoal	0	350.000	350.000	0	0	0
Total do Investimento	30.100.000	3.150.000	1.750.000	0	0	0
Custos de Operação e Manutenção	0	0	0	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Total de Desembolsos	30.100.000	3.150.000	1.750.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
"Receitas" Economia	0	0	0	59.096.358	59.096.358	59.096.358
Fluxo de Caixa Líquido	(30.100.000)	(3.150.000)	(1.750.000)	58.046.358	58.046.358	58.046.358
TIR	54%					
Taxa de desconto	0,15					
VPL	97.532.903					