



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO UM INSTRUMENTO
DE GESTÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA DE CERÂMICA ESMALTADA**

Mestrando: Cláudio Levi de Freitas Pereira

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Martins Sobral

Dissertação de Mestrado submetida à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Gestão e Políticas Ambientais.

Recife, setembro de 2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
CLÁUDIO LEVI DE FREITAS PEREIRA

“PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO UM INSTRUMENTO DE GESTÃO
AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE
CERÂMICA ESMALTADA”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro,
considera o candidato CLAUDIO LEVI DE FREITAS PEREIRA, **APROVADO**

Recife, 30 de setembro de 2003

Prof.ª MARIA DO CARMO MARTINS SOBRAL Dr. (UFPE): Orientadora

Prof.ª DENISE DUMKE DE MEDEIROS. Dr. (UFPE): Examinadora externa

Prof.ª EUGENIA CRISTINA GONÇALVES PEREIRA. Dr. (UFPE): Examinadora
interna

Prof.ª JAIME JOAQUIM DA SILVA PEREIRA CABRAL. Dr.(UFPE):
Examinador interno

Ao meu pai Levi Lopes (*in memorium*) e
à minha mãe Maria da Conceição.
À minha mulher Paula e
aos meus filhos Daniel, Cláudia e André,
pelo carinho e amor que me dão na vida.

*“Desperdiçar e destruir os nossos recursos naturais,
despojar e exaurir a Terra ao invés de usá-la
de modo a aumentar a sua utilidade,
arruinará a única prosperidade
que temos o dever e o direito
de legar ampliada e desenvolvida a nossos filhos.”*

Theodore Roosevelt

Mensagem ao Congresso dos Estados Unidos
3 de dezembro de 1907

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir esta oportunidade.

À memória do meu pai, Levi Lopes Pereira, que em vida sempre me incentivou a estudar e que nunca é tarde para aprender; e a minha mãe Maria da Conceição de Freitas que sempre esteve do meu lado até onde sua saúde permitiu.

À professora Dra. Maria do Carmo M. Sobral, pela sua contribuição e incentivo nesta pesquisa.

Ao consultor Julio Cesar Gomes da Silva Filho, colega do Curso de Produção Mais Limpa do CNTL/UFPE.

A Bartolomeu Braz do Nascimento, colega do mestrado em Gestão e Políticas Ambientais.

A todos os professores durante a minha vida estudantil.

A todos os meus amigos pelas horas de descontração nesta caminhada.

Ao Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL do Rio Grande do Sul.

À Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco-UPE, pela liberação para dedicação exclusiva ao mestrado.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pós-graduação.

RESUMO

Nos últimos anos, se tem notado uma grande mudança no ambiente em que as empresas estão inseridas. A sociedade tem voltado cada vez mais sua atenção para as questões ambientais. As empresas, que antes eram consideradas como instituições econômicas, agora são vistas como instituições sócio-políticas. Dentro deste novo cenário, as empresas vêm sentindo a necessidade de mudar a filosofia institucional, para que possam se incluir neste novo mercado. Com o intuito de melhorar a imagem institucional, diversas empresas passaram a implementar Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Entretanto, a implementação de um SGA, requer um grande investimento e o retorno deste investimento não é de fácil percepção. É neste contexto, que surge um novo instrumento de gestão ambiental, a metodologia Produção Mais Limpa (PML) que visa não somente os benefícios ambientais, mas também os benefícios econômicos. Para estudar melhor as vantagens da metodologia PML, foi feito um estudo de caso com a indústria de Cerâmica Esmaltada Porto Rico, localizada no Município de Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco. A indústria foi escolhida pelo seu alto potencial poluidor, por estar localizada em uma importante bacia hidrográfica do Estado de Pernambuco e pelo interesse demonstrado por seus dirigentes em implementar a PML. Através de uma revisão bibliográfica, avaliação dos aspectos e impactos mais significativos, balanço de massa, mudança de tecnologia e aplicação de questionários, foi possível verificar uma diminuição da matéria-prima utilizada na produção e assim mostrar as reais vantagens da PML.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental, Balanço de Massa, Produção Mais Limpa, Indústria Cerâmica Esmaltada.

ABSTRACT

In recent years, a great environmental change in which companies are inserted can be observed. Society has turned more and more its attention to environmental questions. Companies, which were considered as economic institutions, are now seen as socio-political institutions. In this new approach, companies see reason in the need to change their institutional philosophy, so that they can be included in this new market. Aiming the improvement of their institutional image, several companies have begun to implement a Environmental Management System (EMS). However, the implementation of a EMS demands great investment and the return of this investment is not easily perceived. Thus, in this context rises a new instrument of EMS, Cleaner Production (CP), which aims at, not only the environmental benefits, but also the economic profits. In order to better study the advantages of the CP methodology, a case study was carried out at the polished ceramic industry *Cerâmica Esmaltada Porto Rico*, located in the municipality of Cabo de Santo Agostinho, State of Pernambuco, Northeast Brazil. This industry was chosen for its high polluting potential, for being located at an important river basin of Pernambuco's state and for the interest shown by its managers in implementing the Cleaner Production procedures. Through a review of the literature, environmental aspects and impacts, change in technology and mass balance, use of questionnaires, it was possible to verify a decrease in the production costs, which shows the real advantages of applying the Cleaner Production methodology.

Keywords: Environmental Management System, Mass Balance, Cleaner Production, Polished Ceramic Industry.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE FOTOS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa.....	7
1.2 Objetivos.....	9
1.2.1 Objetivo geral.....	9
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
1.3 Resultados alcançados.....	9
1.4 Descrição dos capítulos.....	10
2 BASE LEGAL E INSTITUCIONAL.....	11
2.1 Os princípios orientadores da legislação.....	11
2.2 Normas ambientais para empresa de cerâmica esmaltada.....	12
2.3 Aspectos Institucionais.....	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1 Gestão ambiental e abordagem sistemática.....	21
3.2 Sistema de gestão ambiental em indústria.....	22
3.2.1 Gestão ambiental.....	22
3.2.2 Política ambiental.....	24
3.3 Normas Série ISO 14000.....	26
3.4 Descrição da Produção Mais Limpa.....	31
3.4.1 Produção Mais Limpa e Tecnologias Limpas.....	32
3.4.2 Sistema financeiro de apoio à Produção Mais Limpa.....	38
3.5 A metodologia ecoprofit.....	38
3.6 Pontos similares entre a ISO 14001 x Produção Mais Limpa.....	41
3.7 Agenda 21 e o setor industrial.....	42
4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	45
5 HISTÓRICO E PROCESSO DA INDÚSTRIA CERÂMICA PORTO RICO	48
5.1 Histórico sobre o produto cerâmico.....	48
5.2 Descrição sobre o produto cerâmico.....	49
5.3 A indústria de cerâmica Porto Rico.....	52
5.3.1 Histórico da formação da empresa.....	54
5.3.2 Aspiração de desempenho global.....	56
5.3.3 Descrição dos processos industriais da Cerâmica Porto Rico.	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Modelo organizacional de uma empresa econômica.....	2
Figura 1.2	Modelo organizacional de uma empresa sócio-política.....	2
Figura 3.1	Ciclo ISO 14001.....	30
Figura 3.2	Elementos principais do conceito de PML.....	32
Figura 3.3	Rede de Produção Mais Limpa no Brasil.....	35
Figura 5.1	Localização de Pernambuco no mapa do Brasil.....	53
Figura 5.2	Localização do município do Cabo em Pernambuco.....	53
Figura 5.3	<i>Layout</i> da empresa.....	54
Figura 5.4	Processo industrial resumido da Cerâmica Porto Rico.....	60
Figura 6.1	Fluxograma intermediário do processo da fabricação de cerâmica.....	70
Figura 6.2	Redução de custo com matéria-prima.....	88
Figura 6.3	Plano de monitoramento para a preparação da matéria-prima.....	93
Figura 6.4	Gráfico de satisfação antes da implementação da metodologia PML.....	95
Figura 6.5	Gráfico da satisfação depois da implementação da metodologia PML....	95

LISTA DE FOTOS

Foto 5.1	Vista aérea da Cerâmica Porto Rico.....	55
Foto 5.2	Vista lateral da Cerâmica Porto Rico.....	56
Foto 6.1	Detalhe do filtro manga.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Padrões nacionais de qualidade do ar.....	15
Tabela 2.2	Máxima exposição diária permissível ao ruído contínuo ou intermitente	16
Tabela 2.3	Limites de tolerância ao calor.....	18
Tabela 2.4	Taxas de metabolismo por tipo de atividade.....	19
Tabela 2.5	Definição do regime de trabalho.....	19
Tabela 3.1	Benefícios econômicos e ambientais de empresas no Brasil que adotaram a PML.....	37
Tabela 3.2	Possíveis resultados tangíveis e intangíveis na implementação da metodologia PML.....	40
Tabela 3.3	Empresas com certificação ambiental em Pernambuco.....	41

Tabela 5.1	Dados do segmento de materiais de revestimento no Brasil.....	51
Tabela 6.1	Níveis de pressão sonora na CPR.....	65
Tabela 6.2	Exposição ao calor.....	66
Tabela 6.3	Medidas adotadas para o calor na ICPR.....	67
Tabela 6.4	Pontos de amostragem de coleta de poeiras na ICPR.....	67
Tabela 6.5	Concentração da poeira nos pontos de amostragem.....	68
Tabela 6.6	Grau de severidade para os aspectos ambientais de entrada (insumos)...	75
Tabela 6.7	Grau de severidade para os aspectos ambientais de entrada (matérias-primas e materiais auxiliares).....	76
Tabela 6.8	Grau de severidade para os aspectos ambientais de saída.....	76
Tabela 6.9	Probabilidade de ocorrência do impacto na saída.....	77
Tabela 6.10	Graus de importância dos aspectos.....	77
Tabela 6.11	Requisitos legais.....	77
Tabela 6.12	Pontuação pelo uso da medida de controle.....	78
Tabela 6.13	Impactos ambientais nos diferentes processos da cerâmica.....	82
Tabela 6.14	Impactos positivos e negativos gerais na indústria de cerâmica.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Revisão de Temas legais	64
Quadro 02	Avaliação intermediária das matérias	73
Quadro 03	Avaliação intermediária dos principais subprodutos, resíduos, efluentes e emissões.....	74
Quadro 04	Planilha de aspectos e impactos ambientais da ICPR na recepção da matéria-prima.....	79
Quadro 05	Planilha de aspectos e impactos ambientais no setor de moagem da ICPR.....	80
Quadro 06	Planilha de aspectos e impactos ambientais no setor de secagem da ICPR.....	81
Quadro 07	Análise quantitativa e entrada e saída do processo antes da implantação do PML na ICPR.....	85
Quadro 08	Análise quantitativa e entrada e saída do processo antes da implantação do PML na ICPR.....	86
Quadro 09	Dados para avaliação econômica anual da ICPR.....	90
Quadro 10	Ficha de controle do indicador selecionado na ICPR.....	94

RELAÇÃO DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADENE	Agência de Desenvolvimento do Nordeste
ANFACER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BVQI	<i>Bureau Veritas Quality International</i>
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CNTL	Centros de Tecnologias Limpas no Brasil
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRH	Companhia Pernambucana do Meio Ambiente
DNV	<i>Det Norske Veritas</i>
DQS	D.Q.S. do Brasil
ECOPROFIT	Projeto Ecológico para Tecnologias Ambientais Integradas
FAMPE	Fundo de Aval às Micro e Pequenas Empresas
FCVA	Fundação Carlos Alberto Vanzolin
FIERGS	Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento ao Nordeste
h	Hora
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICC	<i>International Chamber of Commerce</i> (Câmara Internacional do Comércio)
ICPR	Indústria Cerâmica Porto Rico
INEM	<i>The International Network for Environmental Management</i> (Rede Internacional para a Administração Ambiental)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IRAM	Instituto Argentino de Normalização
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normatização)
kg	Quilograma
min	Minuto
MMA	Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal
NR	Norma Regulamentadora
ONG	Organização não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PML	Produção Mais Limpa
RIO 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECTMA	Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
t	Tonelada
TBG	Temperatura de globo
TBN	Temperatura de globo bulbo úmido natural
TBS	Temperatura de bulbo seco
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNEP	<i>United Nations Environmental Program</i> (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA)
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i> (Organizações das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável)
UPE	Universidade de Pernambuco

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se notado uma grande mudança na atitude das empresas no sentido de assumir uma postura de comprometimento social e com a qualidade ambiental. Sem dúvida, um dos fatores mais influentes para que isso esteja ocorrendo é a abertura dos mercados internacionais que implica em uma maior concorrência entre as empresas. Essa maior disputa por mercados consumidores, tem feito com que as empresas busquem um diferencial em relação às outras empresas que ocupam o mesmo espaço no mercado. Fica claro então que o cliente vai preferir um produto de melhor qualidade e de preço mais baixo. Por isso é que as empresas têm procurado a certificação da norma de qualidade, para mostrar para o público em geral a qualidade de seus produtos.

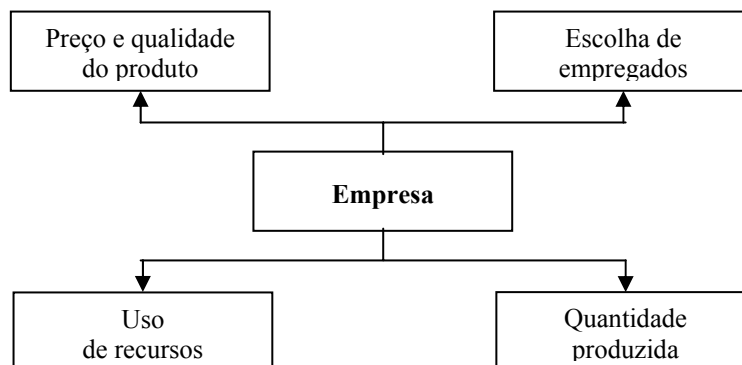
Outro fator que está fazendo com que as empresas mudem suas prioridades é a mudança do ambiente em que elas estão inseridas. Na década de 50, as empresas visavam exclusivamente o lucro, ou seja, produzir muito com o menor custo possível sem se importar com outros fatores, tais como a segurança de seus trabalhadores ou a degradação do meio ambiente. Um exemplo clássico do descaso com a questão ambiental, era que antes uma fábrica que produzisse muita fumaça pela sua chaminé, transmitia uma imagem de progresso. Hoje em dia, entretanto, os consumidores estão voltando sua atenção não só para a qualidade dos produtos de uma empresa, mas também para a imagem que ela possui, tanto em termos ambientais quanto sociais. As empresas eficientes, segundo Kinlaw (1997), estão na dianteira rumo ao desenvolvimento sustentável.

Segundo Moura (2000) a existência de qualidade ambiental tem sido uma preocupação das empresas mesmo que não haja o interesse em certificação por normas.

De acordo com Donaire (1999), a empresa que antes era vista como uma instituição econômica, conforme se observa na Figura 1.1, com a tendência atual, é agora vista como uma instituição sócio-política (Figura 1.2).

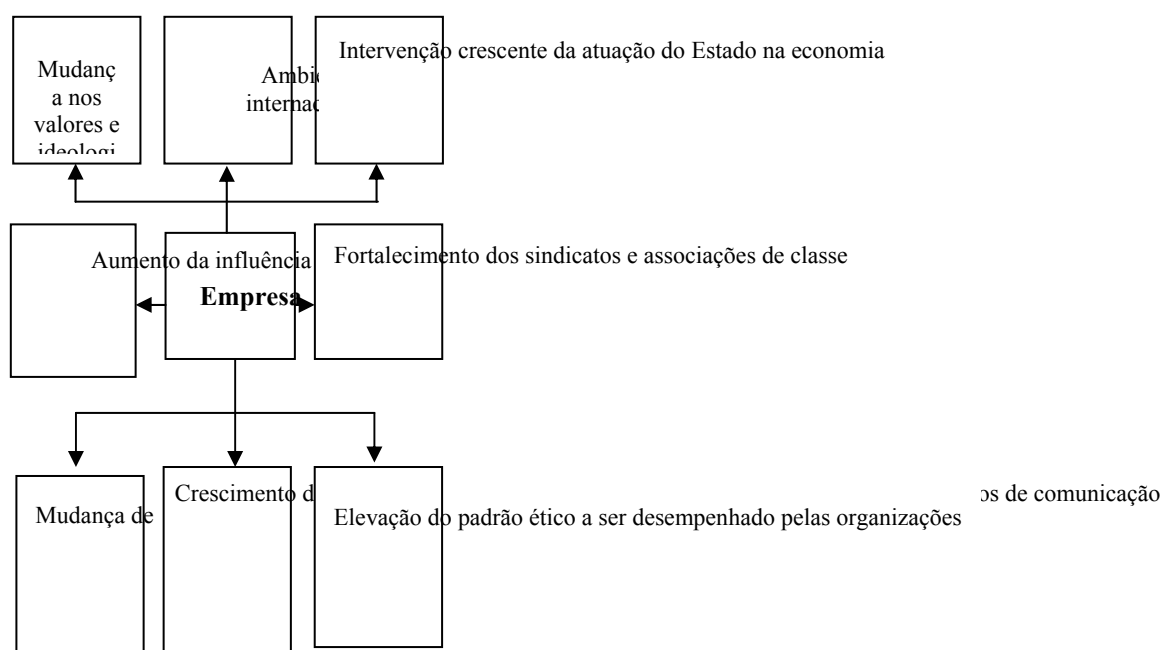
Essa tendência pode provocar a decadência de muitas empresas que não se adequarem a esses novos padrões.

Figura 1.1 – Modelo organizacional de uma empresa econômica



Fonte: Donaire (1999)

Figura 1.2 – Modelo organizacional de uma empresa sócio-política



Fonte: Donaire (1999)

Entende-se que todo e qualquer esforço de uma empresa para modificar seu status atual, seja por questões competitivas, legais, ambientais ou de qualquer outra natureza, **é um esforço de mudança**. E todo e qualquer esforço de mudança deve ser precedido de ações efetivas para assegurar o sucesso da implantação.

A presente afirmativa está embasada nas evidências históricas da vida do homem no planeta onde a primeira reação é sempre contrária à mudança, embora o conceito seja antigo, como disse Heráclito (450 A.C) : ***"Nada há de permanente, exceto a mudança"***. Nosso ponto de partida é a convicção de que o gerenciamento ambiental envolve mudanças básicas na cultura empresarial.

Neste trabalho enfatizou-se a participação da comunidade que vive próxima a empresa ICPR, devido aos problemas gerados pela poluição aérea provenientes do processo de fabricação de cerâmica esmaltada. Quanto às outras mudanças necessárias para uma empresa se tornar sócio-política, conforme Figura 1.2, não foram pesquisadas neste trabalho.

Com a mudança do macro-ambiente, aumentou por parte da sociedade e também do governo, a cobrança em relação à responsabilidade social das empresas em relação ao meio ambiente. Por isso, as empresas têm se preocupado cada vez mais com os problemas ambientais e por consequência com a Gestão da Segurança, já que a segurança está inserida também na Gestão Ambiental, uma vez que os impactos ambientais internos podem afetar os trabalhadores da empresa (por exemplo: vazamento de produtos tóxicos pode causar danos ao trabalhador, se ele estiver no local do trabalho).

Observa-se, nas três últimas décadas, um aumento do interesse da sociedade com as questões relativas à qualidade de vida, o meio ambiente e às condições dos seres humanos no planeta Terra. Entre estas questões a 1ª Conferência Mundial das Nações Unidas sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo, no ano de 1972, que foi a primeira a tratar das relações entre homem e o meio ambiente. Posteriormente, realizou-se na Holanda em 1991, a 2ª Conferência Mundial da Indústria, sobre gestão ambiental, onde foi promulgada a “Carta Empresarial para o desenvolvimento sustentável” mais conhecida como “Carta de Roterdam” onde estão estabelecidos dezesseis princípios para o desenvolvimento sustentável. Também na década de 90, houve um grande impulso com relação à consciência ambiental, com um evento importante na época, a Cúpula da Terra, a 2ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a RIO 92.

Foram aprovados importantes documentos, entre eles a Agenda 21 Global, que estabelece um programa de ação para implementar as decisões da Conferência, dentro do compromisso com o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUM) editou os princípios da Atuação Responsável, trazidos do Canadá e as empresas brasileiras começaram a atuar de acordo com os princípios do compromisso da Cúpula da Terra (Rio 92). Posteriormente, foi editada em 1992, a primeira norma sobre Gestão Ambiental, a BS 7750 - *Specification for Environment Management Systems* de origem britânica, publicada pela *British Standard Institution (BSI)*. Em 1993, surge o *Environmental Management Audit Scheme* - EMAS (Sistema Europeu de Ecogestão e Auditorias) e finalmente em 1996, são aprovadas no Rio de Janeiro as Normas da série ISO 14000, representando o consenso mundial sobre Gestão Ambiental.

Com esta consciência ambiental e a visualização da degradação ambiental, começou a haver mudanças nos diversos segmentos da sociedade, incluindo governos, empresas e entidades científicas. A partir daí, as empresas, passaram a se preocupar com a questão ambiental, saúde e a segurança do trabalhador, responsabilidade social e ética com relação à comunidade. A empresa para continuar atuando neste novo milênio deverá internalizar seus custos adotando estratégias para rever sua política interna. A carta empresarial “Princípios para a Gestão Ambiental”, lançada em abril de 1991, para o desenvolvimento sustentável da *International Chambers of Commerce* - ICC, menciona algumas destas particularidades.

As questões ambientais, de acordo com a carta empresarial são consideradas como oportunidades de negócios, uma vez que não há conflito entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, mas sim objetivos comuns (Willuns e Golüke, 1992).

Segundo Bulhões (2000), o empresário liga-se à sustentabilidade exatamente por aquilo que é a razão econômica de existir da companhia: a produção de riquezas. É do interesse deles o gerenciamento ambiental, utilizando a tecnologia mais eficiente, que poupe mais recursos naturais e energia, que recicle os resíduos da empresa, que evite conflitos com a comunidade e que previna reclamações e insatisfação dos clientes.

Além do exposto, o empresário que se ver livre das penalidades da lei, das pesadas multas decorrentes do descumprimento da legislação ambiental, reforçando a idéia da empresa ser ambientalmente correta e responsável, pois será uma vantagem competitiva neste mercado globalizado.

A legislação ambiental, que através do seu cumprimento pode evitar estas multas, está baseada na definição de desenvolvimento sustentável: *"desenvolvimento que atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de atendimento das necessidades das gerações futuras"*, definição esta produzida em 1987 através da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente no relatório "Nosso Futuro Comum", importante na busca do equilíbrio entre desenvolvimento e proteção dos recursos naturais.

Segundo Motta (2000), o desenvolvimento sustentável, admite a utilização dos recursos naturais necessários para permitir uma boa qualidade de vida, porém sem comprometer a utilização dos mesmos recursos pelas gerações futuras, objetiva a manutenção do desenvolvimento econômico. A indústria, geralmente, extrai do solo, os recursos naturais necessários para produção de bens. Essa matéria-prima é processada na forma desejada. Depois de processada e utilizada pela população, acaba retornando ao meio ambiente, na forma de lixo ou de poluição. Mas grande parte da poluição pode ser reduzida sem comprometer o bem-estar da população local.

Segundo Brown (2000), o resultado atual de uma economia não sustentável, é a falência das empresas com preço de energia não competitiva (exemplo de energia não renovável como o carvão que eliminou 870.000 empregos nos últimos cinco anos), a limitação dos recursos naturais, o desperdício, os produtos sem o selo verde, ciclos de vida dos produtos final sem monitoramento, a migração de pessoas da zona rural (deslocamento social) para zona urbana, agravando ainda mais a situação em relação ao meio ambiente urbano.

As instituições ainda não conscientes do novo mercado, no início deste século, se opõem às mudanças como a redução da dependência dos combustíveis fósseis, a reciclagem, a reestruturação do sistema de transporte e os serviços.

Isto ainda ocorre porque muitos empresários sobrevivem dos lucros obtidos na época do consumo dos recursos naturais sem controle. É preciso reeducá-los para o desenvolvimento sustentável com este novo paradigma social e econômico.

Segundo Hawken (1999), graças à natureza dos processos industriais, o mundo atualmente enfrenta três crises que tem o desperdício como causa comum:

- a deterioração do meio ambiente natural;
- a dissolução contínua das sociedades civis na ilegalidade, no desespero e na apatia; e
- a falta da vontade pública, necessária para mitigar o sofrimento humano e promover o bem-estar.

O elevado consumo, leva a produção em massa, inclusive de produtos supérfluos, e que, conseqüentemente, atingirá as gerações futuras com a pobreza e a inviabilidade de vida na Terra. Contudo, Daly (1991) diz que este desenvolvimento qualitativo inclui o crescimento material baseado em uso mais eficiente e na reciclagem de energia e dos recursos naturais, como também, na redução dos resíduos e poluentes.

Segundo Schmidheiny (1992), uma das formas de estimular o uso mínimo de recursos é estipular os preços desses recursos de forma adequada. Estes custos são chamados externalidades e incluem os danos causados por certos poluentes ao meio ambiente e à saúde humana. Dentre estes mercados abertos e competitivos existem três mecanismos para internalizar estes custos:

- o comando e controle, através de uma estrutura reguladora;
- a auto-regulação, através do gerenciamento ambiental; e
- os instrumentos econômicos com intervenção governamental, tais como impostos e encargos sobre a poluição.

Mesmo assim, não existe consenso entre governos e empresários, pois eles tendem a subestimar os lucros decorrentes, direta ou indiretamente, da reciclagem e da conservação da energia e de outros recursos (Sachs, 1996).

As empresas eficientes estão na dianteira rumo ao desenvolvimento sustentável. As organizações pró-ativas estão na liderança na ação de oportunidades. As organizações defensivas que continuam poluindo o meio ambiente, ficarão à margem da competitividade empresarial (Kinlaw, 1997).

Toda mudança exige novas idéias, como de serviços e conhecimentos, se estiverem atreladas ao desenvolvimento econômico. Esta fase de transição de uma economia tradicional (extração ao máximo dos recursos naturais, energia não renovável) para uma economia sustentável, deverá ser feita de forma tal, que a mudança para este novo modelo não ocorra em curto espaço de tempo, para que não haja consequências indesejáveis, como por exemplo, o alto desemprego.

É, também, interessante que os governos dêem apoio às empresas que utilizam processos ecologicamente corretos. Estas empresas geralmente reciclam, racionalizam o uso da energia e o consumo da matéria-prima.

Hawken (2000) aponta que o desenvolvimento sustentável deve se concentrar na funcionalidade e não em produtos. O passo seguinte de significativa importância rumo ao crescimento sustentável é aumentar o valor de produtos e serviços por unidade de recursos naturais empregados, isto é, elevar de forma generalizada a produtividade dos recursos.

1.1 Justificativa

Segundo Viterbo (2000, pg. 49), não se admite mais nos dias de hoje que uma empresa seja administrada sem que a questão ambiental seja considerada. Quanto maior for o potencial poluidor ou extrativista das atividades de uma organização, maior ênfase deve ser dada à questão ambiental. São diversas empresas que já adotam a lógica da prevenção da poluição. A prevenção da poluição torna-se assim uma preocupação ambiental, pois esse sentimento envolve diretamente a questão da lucratividade das empresas, questão a ser aceita por todos.

Neste trabalho definiu-se o setor industrial, no qual a pesquisa se desenvolve. Buscou-se uma empresa que fosse representativo em termos econômicos e responsável por agressões ao meio ambiente.

Na indústria de Cerâmica Porto Rico, os principais impactos causados acarretam a poluição do solo, dos recursos hídricos, da atmosfera e da saúde do trabalhador.

A indústria de cerâmica esmaltada Porto Rico consome cerca de 72.000 toneladas de argila e argilito por ano, para produzir 64.000 toneladas de piso cerâmico/ano, utilizando 5.913.330 kwh/ano de energia elétrica e 43.000 m³/mês de gás natural. Foi detectado também que, além da poluição atmosférica afetar a comunidade local, ainda existe o desperdício de matéria-prima, insumos e materiais auxiliares.

Tem-se verificado que muitas indústrias de cerâmica esmaltada com processo de mistura de argila a seco, apresentam problemas com perdas da matéria-prima e desconformidade com os órgãos estaduais de meio ambiente.

Viterbo (1998) cita a pesquisa realizada em 300 empresas de pequeno ou médio porte na região Sul e Sudeste do Brasil pelo Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE), conjuntamente com o *Internacional Network of Environmental Management* (INEM) e a *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) - Empresa Alemã de Cooperação Técnica, onde 70% das empresas não controlam as emissões para a atmosfera, 67% das empresas não têm tratamento de efluentes, 54% não fazem inventário de geração e destinação de resíduos, 76% das empresas não se preocupam com treinamento e 59% das empresas não possuem um responsável por questões ambientais.

O Nordeste tem apresentado um certo grau de desenvolvimento, onde muitas empresas de diversos setores industriais estão se instalando e onde o setor de turismo tem crescido de maneira acentuada, levando à construção de inúmeros hotéis e com isto, aumentando a demanda de materiais cerâmicos.

A abundância de matéria-prima natural, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias modernas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial, com apreciável quantidade exportada.

A partir de 2000, a empresa em questão já começou a adotar uma postura produtiva diferenciada quanto às questões tecnológicas e ambientais.

Foi nessa fase que se passou a buscar conhecimento do processo produtivo da indústria de cerâmica esmaltada e aplicar a metodologia Produção Mais Limpa (PML), coordenada pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CBDES) e o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar e avaliar a adoção da metodologia Produção Mais Limpa como um instrumento de gestão ambiental aplicada a uma indústria de cerâmica esmaltada como fator de competitividade e sustentabilidade ambiental.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar um levantamento da legislação em vigor relacionada ao tema estudado;
- Avaliar os impactos ambientais resultantes da produção de cerâmica esmaltada;
- Avaliar as novas metas propostas na empresa ICPR, com a implantação da PML;
- Analisar a percepção dos funcionários e dos dirigentes da empresa em relação ao nível de satisfação, antes e depois da implementação da metodologia PML;

Propor recomendações para melhoria da ecoeficiência das indústrias de cerâmica esmaltada.

1.3 Resultados alcançados

Como resultado deste trabalho, espera-se que a PML torne a empresa mais rentável pela competitividade. Como a meta foi alcançada dentro dos resultados tangíveis, espera-se que este estudo venha a gerar benefícios para outras empresas similares.

Com a continuidade da metodologia PML e dos estudos subsequentes, espera-se que as empresas cerâmicas se sintam estimulados para investir nas mudanças tecnológicas e em gestão ambiental, reduzindo seus custos, protegendo o meio ambiente e tornando-as mais competitivas e participativas do processo de construção do desenvolvimento sustentável.

1.4 Descrição dos capítulos

Este trabalho compõe-se de nove capítulos. O Capítulo 1 contém a introdução, mostrando a evolução das questões ambientais.

O Capítulo 2 refere-se à base legal e institucional concernente à indústria cerâmica esmaltada. No Capítulo 3 encontra-se uma revisão bibliográfica, com conceitos teóricos que embasam o despertar da consciência ecológica, com detalhamento dos conceitos sobre Produção Mais Limpa, da certificação ambiental nas normas da série ISO 14000 e da legislação ambiental. O Capítulo 4 descreve os métodos utilizados para a realização da pesquisa.

O Capítulo 5 caracteriza o histórico e processo da indústria em questão. O Capítulo 6 apresenta como foi implementados a Produção Mais Limpa, seus resultados e conclusões. No capítulo 7, encontram-se as conclusões com algumas recomendações.

2 BASE LEGAL E INSTITUCIONAL

A legislação ambiental é um instrumento de planejamento ambiental e de intervenção de que é dotado o Direito Ambiental, sendo importante ressaltar que, por serem de ordem pública, as normas de direito ambiental têm aplicação imediata.

2.1 Os princípios orientadores da legislação

Segundo Antunes (2002), os princípios do Direito Ambiental são baseados na definição de desenvolvimento sustentável e no princípio da precaução “onde existam ameaças graves ou irreparáveis, a falta de plena certeza científica não deverá ser usada como razão para o adiamento de medidas eficazes quanto ao custo para evitar a degradação ambiental”. O mesmo autor também menciona que a Declaração do Rio 92 adotou em seu princípio nº 16 a do poluidor pagador:

“As autoridades nacionais devem procurar assegurar a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, levando em conta o critério de que quem contamina deve, em princípio, arcar com os custos da contaminação, levando-se em conta o interesse público e sem distorcer o comércio e os investimentos internacionais”.

Os acidentes ambientais e o conflito por recursos naturais provocaram avanços significativos na legislação específica sobre planejamento e implementação de políticas ambientais. Além disso, promoveu uma crescente conscientização da opinião pública em relação às causas ambientais. Com isso, surgiram organizações não governamentais partidos verdes e conseqüentemente, produtos ecologicamente corretos (selo verde). Estes fatos fazem com que haja cada vez mais pressão por parte da sociedade em relação às causas ambientais, aumentando assim o rigor das leis ambientais.

A legislação brasileira é considerada uma das mais bem elaboradas e completas do mundo, graças sobretudo aos decretos, leis e regulamentos que foram emitidos a partir de 1981. No caso das três esferas de poder, a lei mais restritiva é a que deve ser cumprida.

2.2 Normas ambientais para empresa de cerâmica esmaltada

Pretende-se mostrar neste item as normas ambientais direcionadas especificamente para a cerâmica Porto Rico e que possam resultar em intervenções nesta indústria, na falta do cumprimento da legislação ambiental. A empresa utiliza a licença ambiental, que é um instrumento para implantação para atividades causadoras de impactos ambientais.

De acordo com o artigo 14 da resolução CONAMA n.º 237/97, que dispõe sobre a revisão do sistema de licenciamento ambiental, há três categorias de licenciamento que podem ser conferidos às empresas, a saber:

- Licença prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando a localização, a concepção e a viabilidade ambiental.
- Licença de instalação (LI): autoriza a instalação de empreendimento ou atividade, de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e os demais condicionantes.
- Licença de operação (LO): autoriza a operação da atividade ou empreendimentos, após a verificação do cumprimento do que consta nas licenças licença anterior, com as medidas de controle ambiental e condicionante determinados para a operação.

Os temas legais específicos da empresa, escopo deste trabalho relatados a seguir, serão analisados no capítulo 7.

- Qualidade e uso das águas/ efluentes

A lei federal n.º 9433/97 dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Resolução CONAMA n.º 020/86, que dispõe sobre a qualidade dos corpos d'água e determina parâmetros para classificação das mesmas. O sistema legal que regulamenta empresas geradoras de efluentes, resíduos de esmalte na CPR) é baseado na resolução CONAMA n.º 020/86 em que não é permitido o lançamento em corpos d'água classificados como especial, de águas residuárias industriais, domésticas ou quaisquer outros tipos de resíduos potencialmente poluidores, mesmo que tratados.

- Resíduos sólidos

Na cerâmica Porto Rico, pela sua peculiaridade de processo de moagem a seco, é produzida grande quantidade de resíduos sólidos (poeiras). A legislação em vigor confere à fonte geradora a responsabilidade pela coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final dos mesmos, independente da contratação de serviços de terceiros, para desempenho de qualquer uma das etapas.

Neste contexto, faz-se imprescindível a aplicação do Decreto nº 23.430/74, que dispõe sobre a coleta e disposição do lixo e a preparação do solo. A Portaria do Ministério do Interior (MINTER) nº 53/59 estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos. A Resolução CONAMA nº 37/94 define resíduos perigosos, inertes, não inertes e outros resíduos para fins de melhor entendimento da Convenção Internacional de Basileia, realizada em 1989 na Suíça, coibindo o comércio de resíduos tóxicos para serem descartados em países menos desenvolvidos.

- Óleo mineral usado e contaminado (reutilizado na indústria CPR)

De acordo com a Resolução CONAMA nº 09/93, é obrigatório o recolhimento e a destinação adequada, de todo o óleo lubrificante usado ou contaminado.

- Pneumáticos

A CPR possui inúmeros caminhões caçambas, utilizados no transporte de matéria prima. A Resolução CONAMA nº 258/99 estabelece procedimentos quanto à coleta e a destinação final ambientalmente adequada dos pneus usados, existentes no território nacional.

- Pilhas e baterias

A destinação de pilhas e baterias usadas é regida pela Resolução CONAMA n.º 257/99, que dispõe sobre o seu descarte.

- Lâmpadas fluorescentes

A Lei Federal nº 11187/98 altera a Lei nº 11.019/97 acrescentando normas sobre o descarte e a destinação final de lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados.

- Produtos químicos

A segurança na utilização de produtos químicos no trabalho é regulamentada pelo Decreto Lei n.º 67/95 e Decreto Federal nº 2.657/98.

- Pára-raios

A Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) nº 04/89 estabelece requisitos para a destinação de materiais radioativos dos pára-raios desativados. Nesta empresa de cerâmica existe um sistema de pára-raios radioativos, mas está desativado.

- Sistema de climatização

A Portaria do Ministério da Saúde nº 3.523/98 aprova regulamento técnico contendo medidas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujeiras por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência dos componentes dos sistemas de climatização.

- Potabilidade da água

A Portaria do Ministério da Saúde nº 1469/02, que substitui a Portaria nº 36/90, aprova normas e padrões de potabilidade da água.

- Emissões atmosféricas

A Resolução CONAMA n.º 03/90 de 28 de junho de 1990, estabelece conceitos de qualidade do ar e enumera os “Padrões de qualidade do ar”, mostrado na Tabela 2.1 e a Lei n.º 10.564/91 dispõe sobre o controle da poluição atmosférica e dá outras providências.

A tarefa principal de monitoramento de qualidade do ar está relacionada ao acompanhamento da eficiência dos sistemas de controle de poluição do ar da indústria.

Tabela 2.1 – Padrões nacionais de qualidade do ar

Poluente	Classificação	Período	Base de cálculo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas em suspensão (PTS)	Padrão primário	Ano	Média geométrica	80
	Padrão primário	24 horas	Média	240
	Padrão secundário	24 horas	Média geométrica	60
	Padrão secundário	24 horas	Média	150
	Nível de atenção	24 horas	Média	375
	Nível de alerta	24 horas	Média	625
	Nível de emergência	4 horas	Média	875

Fonte: Resolução CONAMA n.º 03 (1990)

Dentro da metodologia de amostragem podem ser considerados dois padrões de qualidade do ar: o padrão primário e o padrão secundário.

Pelo artigo 2º, da aludida resolução CONAMA nº03, inciso I, ficou estabelecido que Poluentes Primários de Qualidade do Ar são: “*concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população*”.

Quanto aos padrões secundários de qualidade do ar, sua definição está prevista no inciso II do mencionado dispositivo, o qual regula expressamente que: “*são concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sob o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral*”.

Quanto à concentração média geométrica anual do Padrão Primário de Qualidade do Ar mencionado no artigo nº 3, desta mesma Resolução, é de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a concentração média de 24 horas é de $240\mu\text{g}/\text{m}^3$, que não deve ser excedida mais de uma vez. A concentração média geométrica anual do Padrão Secundário é de $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a concentração média de 24 horas é de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

A indústria de Cerâmica Porto Rico utiliza o processo à seco na fabricação de cerâmica esmaltada, usando a argila como matéria-prima, produzindo poeiras, além de outros poluentes sobre o meio ambiente. A análise e o controle sobre as partículas sólidas (poeiras) no processo mecânico de preparação da argila para produção de cerâmica foram feitos através de monitoramento pelo órgão ambiental do Estado.

- Ruído

O ruído contínuo se caracteriza pela longa duração e intensidade de qualquer sensação sonora indesejada e o nível de ruído em dB A é o ruído em baixa frequência com uma escala “A” de medição de natureza logarítmica que responde as respostas que o ouvido humano apresenta em relação aos ruídos.

Para o ruído decorrente de atividades industriais, a portaria MINTER n.º 92/80 estabelece critérios e diretrizes para emissão de sons e ruídos. A Norma Regulamentadora (NR) n.º 15, do Ministério do Trabalho, limita a tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

A Tabela 2.2 mostra os limites máximos de exposição ao ruído que um trabalhador pode ficar exposto em um ambiente de trabalho e o tempo permitido para 8 horas de trabalho. Acima dos limites de valores desta tabela o ambiente torna-se insalubre, de acordo com a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT).

Tabela 2.2 – Máxima exposição diária permissível ao ruído contínuo ou intermitente

Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 h
86	7 h
87	6 h
88	5 h
89	4 h e 30 min
90	4 h
91	3 h e 30 min
92	3 h
93	2 h e 40 min
94	2h e 15 min
95	2h
96	1h e 45 min
98	1h e 15 min
100	1h
102	45 min
104	35 min
105	30 min
106	25 min
108	20 min
110	15 min
112	10 min
114	8 min
115	7 min

Fonte: NR n.º 15

- Uso eficiente de energia

A Lei 9.478/97 dispõe sobre produção energética racional. Esta cerâmica utiliza na sua produção, o gás metano na queima da cerâmica esmaltada. O artigo VI desta lei vai incrementar, em bases econômicas, a utilização do gás natural.

- Leis de crimes ambientais

Pela legislação ambiental, as pessoas físicas, além das jurídicas, os responsáveis pela ICPR estão sujeitos às penalidades previstas na lei de crimes ambientais descritas a seguir:

A Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, inova quanto à responsabilidade administrativa e criminal por danos causados ao meio ambiente. A responsabilidade penal daqueles que praticam atos contra o meio ambiente encontra seu fundamento jurídico na própria Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988 (Antunes, 2002). Assim, a Indústria Cerâmica Porto Rico também está passível de se enquadrar no artigo 225, parágrafo 3º, citado da Constituição em que as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, às sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar o dano.

- Calor

No âmbito desta empresa de cerâmica, o ambiente de trabalho esta sujeito aos efeitos do calor, pois utiliza fornos de queima para os produtos cerâmicos.

A NR n°15, da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho (MTb) estabelece os limites de tolerância para exposição ao calor. Essa norma classifica dois regimes de trabalho: intermitente com período de descanso no próprio local de trabalho, onde serão considerados tempos de serviço para todos os efeitos legais e a outra situação considera o local de descanso, diferente do local de trabalho. Para este fim, considera-se como local de descanso, ambiente termicamente mais ameno, com o trabalhador em repouso ou executando atividade leve.

A exposição ao calor deve ser avaliada mediante o uso do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG). A Tabela 2.3 apresenta a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora de trabalho com os limites de tolerância.

Tabela 2.3 – Limites de tolerância ao calor

M (kcal/h)	MÁXIMO DE IBTUG (°C)
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: NR n.º 15

O metabolismo, definido por Ferreira (1996), refere-se ao conjunto de mecanismos químicos necessários ao organismo para formação, desenvolvimento e renovação das estruturas celulares e para a produção da energia necessária às manifestações interiores e exteriores da vida, bem com às reações bioquímicas.

A Tabela 2.4 leva em consideração as taxas de metabolismo (M) por tipo de atividade e mostra que no desempenho de uma atividade pode-se ter diferentes tipos de trabalhos, tais como os leves, moderados e pesados, com maior ou menor quantidade de esforços exigidos e imporá sobre o organismo, uma maior ou menor quantidade de calor produzida pelo metabolismo como resultado direto desses esforços.

Sendo complexa a determinação dessa quantidade de calor, são utilizadas tabelas que já especificam o calor gerado pelo metabolismo e local/hora (quilo-caloria por hora), que são unidades métricas e o regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho por hora, conforme a Tabela 2.5.

Os limites de tolerância ao calor (IBTUG) são limitados na Tabela 2.5, especificados pelo regime de trabalho, não sendo permitido pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) o trabalho sem os limites de tempo por atividade

laboral. A análise dessa norma, aplicada neste trabalho, será abordada no Capítulo 6.

Tabela 2.4 – Taxas de metabolismo por tipo de atividade

TIPO DE ATIVIDADE	kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (exemplo: datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (exemplo: dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquinas ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar arrastar pesos (exemplo: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante.	550

Fonte: NR n.º 15

Tabela 2.5 – Definição do regime de trabalho

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE (°C)		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	Até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: NR n.º 15 -Portaria 3214/78-Mtb

2.3 Aspectos Institucionais

Sobre as instituições, no tocante ao meio ambiente, o serviço público federal possui hoje um órgão central, o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, como o órgão executivo mais elevado na esfera federal. Definido pela política do meio ambiente, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), é composto pelos órgãos e instituições ambientais das três esferas do governo, ou seja, federal, estadual e municipal. A lei federal nº6938, de 1981, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins, mecanismos de formulação e aplicação, e entre outras providências, estruturou o SISNAMA, no qual está incluído o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo. O CONAMA tem a finalidade de estudar e propor diretrizes e políticas governamentais para o meio ambiente e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas, padrões e critérios de controle ambiental. O órgão encarregado de executar a política nacional para o meio ambiente, além de fiscalizar, é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

No Estado de Pernambuco, existe a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA) com a missão de promover o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental de Pernambuco, permitindo seu crescimento sustentável através da disseminação de novas tecnologias, buscando o equilíbrio entre a equidade social, crescimento econômico e proteção ambiental. A responsabilidade de executar a política ambiental cabe à Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH), bem como a obrigação de licenciar e fiscalizar atividades que possam causar impactos no meio ambiente.

A implantação de um sistema de gestão ambiental depende também de uma análise da situação legal da empresa, em relação às suas principais normas de adequação às conformidades da lei.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo é formado pela fundamentação teórica que deu embasamento a este trabalho e apresenta os seguintes tópicos: Gestão Ambiental e Abordagem Sistêmica, Sistema de Gestão Ambiental em indústria, a Norma ISO 14001, Descrição da Produção Mais Limpa, Pontos Similares entre a ISO 14001 e a Produção Mais Limpa, a Agenda 21 e a Indústria. Os assuntos abordados abrangem a evolução histórica da gestão ambiental, incluindo a metodologia PML para aplicação em empresas e as normas ambientais.

3.1 Gestão Ambiental e abordagem sistêmica

Antes de se iniciar qualquer discussão mais específicas acerca de gestão ambiental, faz-se necessário definir sistema e alguns outros conceitos-chave associados. Sendo assim, "sistema" é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, em conjunto, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função (OLIVEIRA, 1999). Por consequência, a "abordagem sistêmica" de um fenômeno, ou de um tema como gestão ambiental, pressupõe vê-lo como um "sistema unificado e direcionado de partes inter-relacionadas" (STONER; FREEMAN, 1999, p. 33).

Seguindo tal raciocínio, define-se, por exemplo, "subsistema" — partes que formam o sistema total —, "processo" — maneira pela qual se realiza umas operações segundo determinadas normas —, "sinergia" — situação em que o todo é maior do que a soma de suas partes —, "sistema aberto" — sistema que interage com o seu ambiente —, "sistema fechado" — sistema que não interage com o seu ambiente —, "fronteira do sistema" — a fronteira que separa cada sistema de seu ambiente —, "fluxos" — componentes como informação, material e energia que entram e saem de um sistema — e "feedback" (ou "retroalimentação") — parte do controle do sistema onde os resultados das ações retornam ao emissor, permitindo que as ocorrências resultantes sejam analisadas e corrigidas, quando possível (STONER; FREEMAN, 1999; CRUZ, 1998).

Em síntese, a teoria dos sistemas se propõe a mostrar que, em geral, a atividade de qualquer parte, afeta, em graus variados, a atividade do todo (BERTALANFFY et alii, 1951).

3.2 Sistema de gestão ambiental em indústria

O Sistema de Gestão Ambiental de uma organização é a base para o estabelecimento de um método de gerenciamento que vise a melhoria contínua e promova o desenvolvimento sustentável.

3.2.1 Gestão ambiental

De acordo com Valle (2000), a Gestão Ambiental consiste de um conjunto de medidas e procedimentos bem definidos e adequadamente aplicados, que visam a reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente.

Segundo Viterbo (1998), o foco da Gestão Ambiental é a empresa e não o meio ambiente. Somente através de melhorias em produtos, processos e serviços serão obtidas reduções nos impactos ambientais por eles causados.

Ainda segundo o mesmo autor a legislação está se tornando cada vez mais rigorosa e complexa. Os acionistas não querem comprometer resultados em função de problemas ambientais e por sua vez os investidores e agentes financeiros exigem uma avaliação ambiental antes de fechar qualquer negócio. O ponto de partida é a identificação dos processos ou sistemas relativos às atividades da empresa, incluídas no escopo do Sistema de Gerenciamento Ambiental.

Segundo Cláudio e Epelbaum (1998), *"muitos problemas têm sido observados na adoção de uma estratégia equivocada de implantação de SGAs que podem, inclusive, comprometer e abortar todo o processo pelo descrédito interno que se estabelece. Um desses problemas tem sido a precipitação de se estabelecer e divulgar, intempestivamente e com alarde desproporcional, a política ambiental, erro geralmente decorrente de uma leitura simplista e linear do requisito 4.2 da Norma ISO 14.001. O momento recomendável para se iniciar a discussão da Política ambiental e definir os primeiros objetivos e*

metas ambientais nos termos requeridos no item 4.2 da norma ISO 14.001 é após a conclusão da avaliação ambiental inicial".

Nessa etapa, devem ser considerados não somente os processos produtivos, mas também os de apoio como, por exemplo, manutenção, restaurante, ambulatórios, almoxarifados, distribuição de produtos, etc. E esse levantamento deve abranger as interfaces das atividades, quando aplicável, com os *stakeholder* (partes interessadas). A partir do levantamento dos processos ou sub-sistemas, são listadas as atividades ou tarefas que fazem parte dos mesmos, num nível de detalhe suficiente para possibilitar à empresa uma análise consistente dos possíveis aspectos / impactos significativos.

As razões para implantação do Sistema de Gestão Ambiental em indústrias vão desde a globalização, impondo novos parâmetros de competitividade e eco-estratégia para conquista de mercados e o crescimento da consciência ecológica por parte da sociedade. Segundo [Maimon \(1999\)](#), nestas diretrizes não existem necessariamente conflitos em proteção ambiental e o desenvolvimento da empresa, paradigmas do crescimento e do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Moura (2000), as vantagens da melhoria dos processos internos de produção são:

- Maior satisfação do cliente;
- Melhoria da imagem da empresa;
- Conquista de novos mercados;
- Redução de custos;
- Melhoria do desempenho da empresa;
- Redução dos riscos;
- Melhoria da administração da empresa;
- Maior permanência do produto no mercado;
- Maior facilidade na obtenção de financiamentos;
- Maior facilidade na obtenção de certificação;
- Demonstração aos clientes, vizinhos e acionistas.

A Gestão Ambiental requer um comprometimento da alta direção da empresa e de seus acionistas com o estabelecimento de uma política ambiental.

3.2.2 Política ambiental

No contexto do desenvolvimento de um SGA, é imprescindível a elaboração de uma política ambiental, conforme requerido no item 4.2 da Norma ISO 14.001.

Também na ISO 14.001, está explicitado o conceito de política ambiental e também de acordo ainda com Valle (2000), é definida como uma declaração feita pela empresa com o compromisso ambiental formal, assumido perante a sociedade, definindo suas intenções e princípios com relação ao seu desempenho ambiental. A política ambiental dá o sentido geral da direção e comprometimento da organização com relação ao meio ambiente e fornece um contexto de trabalho para fixação de metas e objetivos.

A partir da definição da política, a empresa deve estabelecer seu planejamento ambiental, comprometendo-se em:

- Manter um Sistema de Gestão Ambiental que assegure que suas atividades atendam à legislação vigente;
- Manter diálogo com seus empregados e a comunidade;
- Educar e treinar seus funcionários;
- Exigir dos seus fornecedores produtos com qualidade ambiental;
- Desenvolver pesquisas e patrocinar novas tecnologias que reduzam os impactos ambientais e contribuam para a redução do consumo da matéria-prima, água e energia.

A elaboração de um conjunto de procedimentos para a implementação e operação do SGA completa a sua política ambiental. Segundo Viterbo (1998), a organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais presume-se que ela tenha influência, a fim de determinar aqueles que tenham, ou possam vir a ter impacto significativo sobre o meio ambiente. A organização deve assegurar que os aspectos relacionados a estes impactos significativos sejam considerados na definição de seus objetivos ambientais.

Ainda de acordo com Viterbo (1998), o aspecto ambiental significa um “potencial impacto ambiental”. Como exemplo, cita-se a emissão de poluentes

acima dos limites da legislação, as eventuais paradas de equipamentos de controle de poluição, o uso impróprio de produtos etc.

Consideram-se impactos ambientais, segundo a Resolução CONAMA nº 001/86, qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades antrópicas que direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais. Na década de 1970, o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) passou a ser exigido nos EUA e demais países industrializados.

Apesar da quantificação dos aspectos não ser pedida pelas normas ambientais, a sua definição facilita a sua priorização: *“aspectos ambientais são todos os elementos das atividades de uma organização (processos), seus produtos ou serviços que podem interagir com o meio ambiente”* Moura (2000). Desta forma os aspectos passam a ser incluídos como objetivos e metas e conseqüentemente, gerar programas ambientais. A implantação de técnicas de Produção mais Limpa em uma planta industrial deve ser vista como um processo de aperfeiçoamento contínuo na busca do controle da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos emissões atmosféricas em um processo produtivo. A evolução indicará as vantagens da implantação deste sistema de gerenciamento ambiental tendo em vista as normas ISO 14000.

De acordo com a norma ISO 14004:1996, o relacionamento entre aspectos ambientais e impactos ambientais é o de causa e efeito. O aspecto ambiental é a causa, como, por exemplo, a emissão de poluentes no ar; o impacto é o efeito no meio ambiente. A norma de orientação sugere um procedimento de quatro etapas para identificar aspectos e impactos:

- Selecionar uma atividade ou processo (por exemplo, manuseio de materiais prejudiciais);
- Identificar todos os aspectos ambientais possíveis das atividades ou processo (por exemplo, ruído);
- Identificar impactos ambientais ou potenciais associados com o aspecto (por exemplo, nível de contaminação do ar);
- Avaliar a importância dos impactos.

3.3 Norma Série ISO 14000

A *International Organization for Standardization* (ISO) - Organização Internacional de Normalização, fundada em 23 de fevereiro de 1947, com sede em Genebra, Suíça, é uma organização não governamental com representação de mais de 100 países. Seu principal objetivo é estabelecer padrões internacionais sobre diferentes setores mundiais, que traduzam o consenso dos diferentes interesses dos países participantes para homogeneização de procedimentos, de medidas, de materiais e seu uso em diferentes domínios de atividades.

Dentre suas diversas participações internacionais, destaca-se o estabelecimento de uma Política de Auditoria para a *Environmental Protection Agency* (EPA), Diretrizes para a Indústria Mundial, para a Câmara Internacional de Comércio (CIC), Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, para a Conferência Mundial da Indústria sobre Gestão Ambiental e a criação do Grupo Estratégico Consultivo sobre Meio Ambiente (SAGE)

A ISO elabora e avalia as normas por meio da criação de Comitês Técnicos (TC), compostos por especialistas dos países membros. Em março de 1993, foi criado o Comitê Técnico 207 (TC 207) para ser responsável pelo desenvolvimento da série de normas de gestão ambiental, que deveriam ser de grande abrangência, com o objetivo de propiciar benefícios à sociedade e às empresas, sem prejuízo ambiental, buscando uma normalização para as ferramentas de gestão ambiental.

O TC 207 foi intitulado de Gestão Ambiental, o qual participaram 56 países e está inter-relacionado com o TC 176, responsável pelas normas da qualidade. O Brasil que é membro fundador da ISO, participa da mesma, representado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com direito a voto no Fórum Internacional de Normalização.

Para acompanhar e analisar os trabalhos desenvolvidos pelo TC 207 a ABNT criou em 1994, um Grupo de Apoio à Normalização Ambiental (GANA), com representantes dos importantes segmentos econômicos e técnicos do País, garantindo a representação no Fórum Internacional de Normalização. Sua estrutura acompanha a do TC 207 e contempla um Grupo

de Apoio Técnico (GAT), que estuda, avalia, bem como participa da elaboração dos documentos em produção pelo sub-comitê da ISO. Com o desenvolvimento da maioria das normas da série ISO 14000, o GANA foi extinto e deu lugar ao Comitê Brasileiro (CB 38).

Dando continuidade à estrutura de apoio no Brasil, o Ministério da Indústria e Comércio formou a Comissão Técnica de Certificação Ambiental, junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), para subsidiar o Sistema Brasileiro de Certificação na elaboração de procedimentos, critérios, regulamentos de credenciamento, na área ambiental e para credenciamento e registro de auditores ambientais, bem como cursos de treinamento.

A série de normas ISO 14000 é um grupo de normas relativas ao meio ambiente, que fornece ferramentas e estabelece um padrão de gestão ambiental. Faz parte do grupo de documentos de orientação para ações rumo ao desenvolvimento sustentável (D'Avignon, 1996, p.44).

Esse conjunto de normas é constituído por procedimentos que estabelecem diretrizes que auxiliam na avaliação, universalmente, da qualidade e da eficácia das relações entre a organização e o meio ambiente. Apresentam uma estrutura organizacional abrangente, englobando as seguintes áreas: Norma 14004- Sistema de Gestão Ambiental; Norma 14011- Auditoria Ambiental; Norma 14 022- Rotulagem Ambiental; Norma 14031 - Avaliação de Desempenho Ambiental; Norma 14041 -Análise do Ciclo de Vida; Norma 14021- Termos e Definições e a relação entre os Aspectos Ambientais e as Normas de Produto.

Em outubro de 1996, foi publicado um sistema de normas ambientais a nível mundial, a série ISO 14000. De toda a série, naquela oportunidade foram promulgadas as normas ISSO 14001 e ISO 14004 (1996), respectivamente: Sistemas de Gestão Ambiental - Especificação e Diretrizes para Uso; e Sistemas de Gestão Ambiental e Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio.

A norma ISO 14001 tem por objetivo prover às organizações os elementos de um Sistema de Gestão Ambiental eficaz, passível de integração com os demais objetivos da organização.

O modelo de implantação na maioria dos sistemas de gestão ambiental é ilustrado pela Figura 3.1.

O resultado da aplicação do Sistema de Gestão Ambiental, depende do comprometimento de todos os níveis e funções, em particular da Alta Administração, e tem por objetivo um processo de melhoria contínua que pretende superar os padrões vigentes progressivamente.

A alternativa de melhoria contínua, que é um dos requisitos da norma ISO 14001:1996 e de um Sistema de Gestão Ambiental, fazem parte da metodologia Produção Mais Limpa. A aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, aumenta a eficiência no uso da matéria-prima, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos.

Pela norma ISO 14001:1996, são os seguintes os princípios e elementos integrantes de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), que obedece em seus requisitos, o Ciclo de *Deming*(*PDCA*)- *Plan* (planejar), *Do* (realizar), *Check* (Verificar), *Act* (atuar):

Etapa 1 - Comprometimento e política

“É recomendado que uma organização defina sua política ambiental e assegure o comprometimento com o seu SGA”.

- Comprometimento e liderança da alta administração;
- Avaliação ambiental inicial;
- Estabelecimento da política ambiental.

Etapa 2 - Planejamento

“É recomendado que uma organização formule um plano para cumprir sua política ambiental”.

- Identificação de aspectos ambientais e avaliação dos impactos ambientais associados;
- Atendimento aos requisitos legais e outros requisitos;
- Critérios internos de desempenho;
- Objetivos e metas ambientais;

- Programas de gestão ambiental.

Etapa 3 - Implementação

“Para uma efetiva implementação, é recomendado que uma organização desenvolva a capacitação e os mecanismos de apoio, necessários para atender sua política, seus objetivos e metas ambientais”.

- Capacitação;
- Recursos humanos, físicos e financeiros;
- Harmonização e integração do SGA;
- Responsabilidade técnica e pessoal;
- Conscientização ambiental e motivação;
- Conhecimentos, habilidades e atitudes;
- Ações de apoio;
- Comunicação e relato;
- Documentação do SGA;
- Preparação e atendimento a emergências.

Etapa 4 - Medição e avaliação

“É recomendado que uma organização meça, monitore e avalie seu desempenho ambiental”.

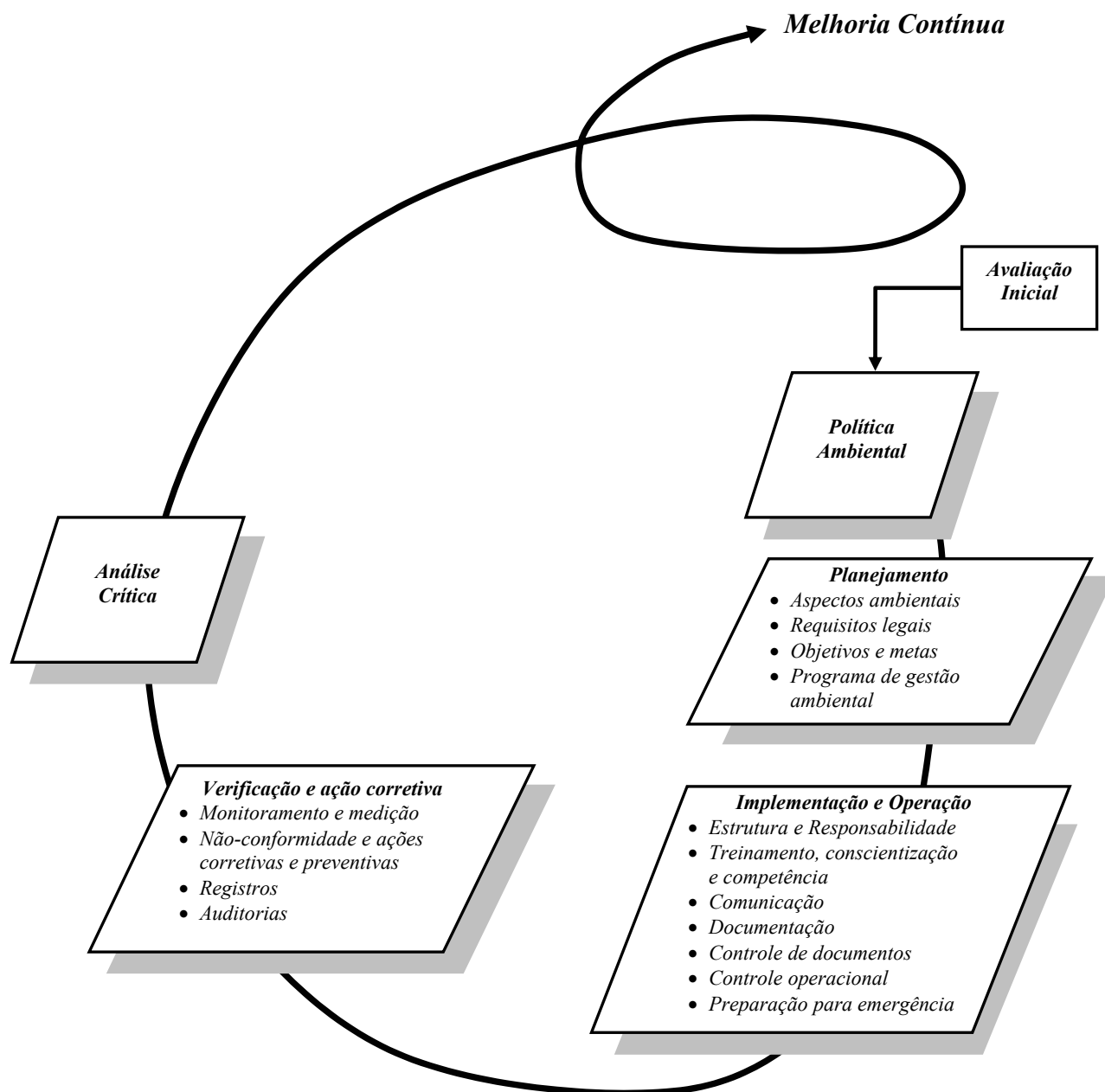
- Medição e monitoramento;
- Ações corretivas e preventivas;
- Registros do SGA e gestão de informação.

Etapa 5 - Análise crítica e melhoria

“É recomendado que uma organização analise criticamente e aperfeiçoe constantemente seu Sistema de Gestão Ambiental com o objetivo de melhorar seu desempenho ambiental global”.

- Análise crítica do SGA;
- Melhoria contínua.

Figura 3.1 – Ciclo ISO 14001



Fonte: Cajazeira (1998, p. 16)

3.4 Descrição da Produção Mais Limpa

O desenvolvimento sustentável requer que o setor empresarial adote uma política de proteção ambiental em consonância com o desenvolvimento econômico. As empresas são capazes de realizar mudanças fundamentais em novos objetivos, para aumentar a qualidade enquanto diminuem os custos [Schmidheiny \(1992, p.4\)](#). Para isto a prevenção da poluição, na prática, requer a metodologia Produção Mais Limpa para uma boa administração, mudança no processo de produção, tecnologia e recuperação de recursos.

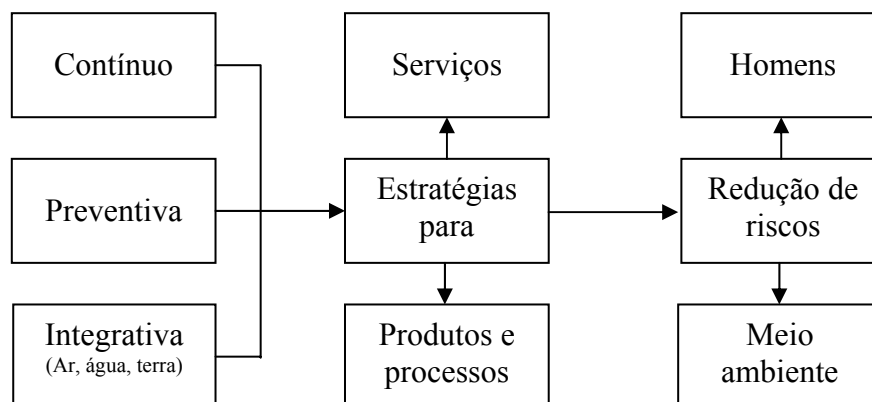
A Produção Mais Limpa foi definida pela UNIDO/UNEP como “*a aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos para o homem e o meio ambiente.*”

O emprego da PML na empresa, segundo Christi *et alii* (1995) é o caminho da inovação, no qual uma empresa, sua cadeia de valor e seu setor são estabelecidos por meio de escolhas feitas pelos empresários, consumidores e legisladores, determinando assim uma trajetória tecnológica. É preciso produzir bens ou prestar serviços com ecoeficiência, através de processos que produzam mais e melhor com melhor utilização de recursos naturais.

A expressão Produção Mais Limpa (PML) na sua teoria e prática não determina que existem processos ou produtos inteiramente limpos (Cristie *et alii*, 1995).

A prática da metodologia PML é uma ação econômica, porque se baseia no fato de que qualquer resíduo de qualquer sistema produtivo só pode ser proveniente das matérias-primas ou insumos de produção utilizadas no processo. Todos os resíduos, anteriormente eram matéria-prima e foram comprados e pagos como tais. Dessa forma, passa-se a ter um aumento na produção e uma menor quantidade de resíduos. Isto traz um imediato resultado financeiro para a empresa, é o benefício econômico. O benefício ambiental é decorrente da diminuição do volume de resíduos. A figura seguinte apresenta os principais elementos de conceito do PML.

Figura 3.2 – Elementos principais do conceito de PML



Fonte: Unido/UNEP (1995)

A Produção Mais Limpa faz com que as matérias-primas sejam mais bem utilizadas, ou seja, que o processo seja otimizado.

3.4.1 Produção Mais Limpa e Tecnologias Limpas

A Produção Mais Limpa é a solução moderna para a questão ambiental, inserida dentro dos conceitos de redução de perdas e aumento de competitividade, alterando os processos de produção com o uso de um Sistema de Gestão Ambiental e da busca da melhoria contínua. Acertar na escolha metodológica do processo de produção, não é uma tarefa fácil, principalmente porque cada indústria tem suas peculiaridades e nem sempre este fator é considerado. Daí a necessidade de se conhecer e divulgar esta experiência realizada na indústria cerâmica Porto Rico, para servir de modelo para outras indústrias. A implantação da metodologia Produção Mais Limpa e sua técnica, neste trabalho, se confunde com Tecnologia Limpa (Wescott, 1992), pois ambas demandam o elemento tecnológico e gerencial.

Uma planta industrial deve ser vista como um processo de aperfeiçoamento contínuo no controle de geração de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas em um processo produtivo. A evolução indicará as vantagens da implementação de um sistema de gerenciamento ambiental, tendo em vista as normas da série ISO 14000 e estas metodologias.

As primeiras experiências realizadas por pequenas e médias empresas que integram o programa PML, demonstram a eficiência do projeto do ponto de vista econômico, ambiental e social. O investimento nesta área tem retorno garantido, segundo o Conselho Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável (CEBDS).

O depoimento de Carlos Eduardo Moreira Ferreira, Presidente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) esclarece :

“O CBDES é um instrumento de disseminação de uma iniciativa sobre a qual não pode haver dúvidas. Mais do que um modismo, a questão do meio ambiente consagra um compromisso dos empresários para com as gerações futuras. Podemos dizer que já existe uma cultura ambiental, sobretudo no ramo industrial, cujos segmentos mais esclarecidos estão engajados no esforço de difusão de informações, principalmente com a prática de medidas de proteção ao meio ambiente”.

A estratégia ambiental é aplicada através das diversas áreas da empresa, e para isto é preciso que a questão ambiental seja internalizada e que a alta gerência da empresa esteja consciente desta nova variável. Os autores Maimon (1994) e Donaire (1995) concordam com esta estratégia, pois a política ambiental precisa fazer parte do planejamento estratégico da empresa.

A metodologia PML utilizou como referencial a Metodologia ECOPROFIT do Manual da Unido/UNEP (1995.a, 1995.b, 1995.c, 1995.d), com as etapas do processo de implantação do programa de Produção Mais Limpa, e as ferramentas da ISO 14001:1996.

Esta política passa a ser válida no momento que a empresa, em relação ao meio ambiente, reage apenas com uma característica compulsória (reativa às leis vigentes) e passa a assumir uma atitude ativa para produzir de modo menos agressivo ao meio ambiente.

Como consequência de todas as vantagens citadas anteriormente, a PML aumenta a eficiência das empresas e a competitividade dos produtos. A ecoeficiência é pretendida hoje em todo o mundo.

A ecoeficiência é definida como a melhor compatibilização dos processos produtivos com os recursos naturais do planeta. É também a racionalização do uso de energia, de água e de todas as matérias-primas usadas pelos diversos setores de produção. O Centro Nacional de Tecnologia Limpa (CNTL), quer contribuir para que o empresário nacional eduque-se para o desenvolvimento sustentável. Compartilhando a experiência do Dr. Jorge Gerdau Johannpeter, presidente do Grupo Gerdau, com seu depoimento:

“Penso que é extremamente importante assumir claramente o compromisso de que o empresariado vai dar a posição do setor empresarial com a tese do desenvolvimento sustentável e penso que temos uma responsabilidade enorme de participar deste processo”.

O CNTL faz parte de uma rede de centros irradiadores do paradigma da prevenção de geração de lixo. Esta rede foi implantada pela Unido/UNEP. A rede consiste na instalação de 20 centros em 20 países emergentes. A rede brasileira veio em 1995 e foi o primeiro a ser instalado na América do Sul. O CNTL no Brasil foi hospedado pelo sistema CNI, no SENAI, localizado no Rio Grande do Sul junto ao SENAI-RS/FIERGS.

As experiências brasileiras já adotadas nesse campo, sobretudo no Rio Grande do Sul e em São Paulo comprovam que a PML tem-se tornado uma constante aspiração do setor industrial e com resultados bastante satisfatórios quando sua metodologia se transfere para a prática.

No momento, estão sendo implantados Núcleos Regionais de Produção Mais Limpa junto às Federações de Indústrias dos Estados brasileiros, adotando a metodologia do CNTL. Esta iniciativa foi formalizada através da assinatura do Protocolo de Intenções de Cooperação Mútua, entre CNI, CEBDS, BNDES, SENAI e SEBRAE recebendo posteriormente a adesão da FINEP. No Nordeste, o primeiro Núcleo foi implantando na Federação das Indústrias da Bahia, envolvendo o SENAI e a Universidade Federal da Bahia. Em Pernambuco e no Ceará, o Núcleo de Tecnologia Limpa está sediado nas respectivas Universidades Federal destes Estados, orientado pelo CNTL-RS e apoiado pelo Banco do Nordeste.

O CNTL trabalha com a ação racional da prevenção da poluição, o que se comporta em relação ao meio ambiente exatamente como na medicina, onde a prevenção e o tratamento da doença atuam na saúde.

Os objetivos do CNTL se constituem na disseminação de informação, na implantação de programas de Produção Mais Limpa em plantas industriais, na capacitação de profissionais e na atuação em políticas ambientais definidas nos mais diversos níveis. A meta é desenvolver dentro das empresas a cultura da racionalidade e o paradigma da prevenção, o que é sumamente importante no processo de qualidade e de gestão ambiental. A seguir o mapa da Rede de Produção mais Limpa no Brasil através da Fig. 3.3.

Figura 3.3 – Rede de Produção Mais Limpa no Brasil



Fonte: CNTL (2001)

O programa de Produção Mais Limpa em planta industrial obedece a um cronograma estabelecido pela UNEP e testado com bons resultados há mais de uma década em vários países. A melhoria contínua, como a metodologia da ISO 14001 (1996) e 14004 (1996), pode ser aplicável também pelo processo da Produção Mais Limpa.

É possível identificar exemplos no Brasil de empresas que usaram metodologia Produção Mais Limpa, utilizando o processo para identificar a melhoria contínua da ISO 14001 e a norma de orientação da ISO 14004 - Sistema de Gestão Ambiental. As organizações que não tenham desenvolvido uma política ambiental começam por onde possam alcançar benefícios óbvios, como por exemplo: focalizar no cumprimento das regulamentações, identificando fontes de risco ou formas mais eficientes de utilização de materiais e energia.

No âmbito Internacional, segundo Kinlaw (1998), a Hewlett Packard Company mudou suas embalagens para transporte de papel branqueado Kraft contendo um percentual maior de material reciclado, estimando que fará uma economia de 3 milhões de dólares. O mesmo autor também menciona que o Centro Médico da Universidade da Califórnia, localizado em Range, Califórnia, cooperou com o Califórnia Edison em um programa de eficiência de energia, que gera hoje para o hospital uma economia de 400.000 dólares/ano.

Outro exemplo, de acordo com Kinlaw (1998), é a da empresa Dow Chemical, que gastava 10 milhões de dólares anuais para neutralizar e despejar o ácido clorídrico sujo, remanescente da fabricação de produtos químicos com cloro, polietileno e soda cáustica. Além disso, gastava 10 milhões de dólares anuais com a compra de ácido novo. Para solucionar o problema, a empresa formou uma força tarefa de funcionários para estudar uma idéia de aproveitar o ácido usado. Hoje, ele é coletado da água do rio e 99% retorna ao processo, permitindo uma economia de 20 milhões de dólares/ano, anteriormente utilizado na compra do ácido clorídrico e água mais limpa.

Kinlaw (1998), cita ainda, uma empresa de tecelagem localizada em Bombaim, na Índia, aumentou de 75% para 85% o índice de coleta de soda cáustica de suas águas de lavagem e de 81% para 90% o índice de recuperação, simplesmente consertando os vazamentos, atentando mais ao processo de lavagem e melhorando a filtragem.

Estes procedimentos resultaram em uma grande economia diária de soda cáustica, gerando para a empresa uma economia na faixa de 500.000 dólares/ano.

Várias empresas e indústrias no Brasil já adotam o princípio da melhoria contínua e o Sistema de Gestão Ambiental, como é possível ver na Tabela 3.1. A OPP Petroquímica S.A., do Rio Grande do Sul, depois de ter realizado mudanças no sistema de exaustão, obteve uma redução de resíduos de pó de 1.029 kg/ano. A instalação de um sistema de reciclagem de águas de lavagem de silos e das bombas de dosagem, resultando na redução de efluente de 54.000 m³/ano com benefício econômico de R\$ 132.766,00/ano.

A empresa Velonort S.A, do Rio Grande do Sul, após implementar um sistema de gerenciamento ambiental, baseado na PML, conseguiu um benefício econômico na redução de 46% no consumo de água e 46% no consumo de lenha. Na Marinho de Andrade, a empresa conseguiu uma redução no reprocessamento de 30% na geração de resíduos sólidos e 17% no consumo de energia. O Hotel Simon conseguiu uma redução no consumo de GLP em 30% e benefícios ambientais na redução de queima de resíduos sólidos, fuligens e particulados.

Tabela 3.1 – Benefícios econômicos e ambientais de empresas no Brasil que adotaram a PML

Empresas	Velonort	Marinho de Andrade	Hotel Simon
Data de Fundação	1986	1957	1969
n.º de funcionários	220	106	50
Principais produtos	Malhas de algodão	Sabão extrusado	Hospedagem
Localização	Cachoeira da prata/MG	Vitória da Conquista/BA	Itatiaia/RJ
Faturamento anual (R\$)	40 milhões	-	-
Investimento total (R\$)	15.113,00	44.000,00	2.455,00
Benefício ambiental	Redução do consumo de água e lenha	Redução da geração de efluentes líquidos e eliminação de riscos à saúde ocupacional	Redução no consumo de matéria-prima, menor quantidade de resíduo para dispor
Benefício econômico (R\$)	82.217,85	52440,00	9.760,00

Fonte: CNTL (2000)

3.4.2 Sistema financeiro de apoio à Produção Mais Limpa

O sistema financeiro de apoio ao desenvolvimento sustentável, através de créditos disponíveis, prioriza projetos que apresentam maiores características de auto sustentabilidade e que não acarretem danos ao meio ambiente.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) tem direcionado esforços para a construção de uma nova ética da sustentabilidade, uma vez que concedeu na última década, 6 milhões de reais em financiamento para investimento na área ambiental e assinou a carta de Compromissos dos Bancos para o desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente. O Banco do Nordeste (BNB) oferece também uma variedade de linhas de crédito para os setores agroindustriais, industriais-rural e comerciais. O Banco possui uma estrutura produtiva para que o agente produtivo tenha sucesso em seu negócio, através da educação, treinamento e melhor conhecimento da atividade produtiva. Para cumprir este último objetivo, o BNB apóia a programação do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, com a aplicação da metodologia Produção Mais Limpa nas pequenas e médias empresas.

Existem outras fontes públicas de financiamentos, tais como o Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, a Sudene, o SEBRAE, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) e o Fundo de Aval às Micro e Pequenas Empresas (FAMPE), entre outros.

3.5 A metodologia Ecoprofit

O Ecoprofit, que quer dizer *Ecological Project for Integrated Environmental Technologies*, investiga o processo de produção relacionado na empresa e analisa o processo industrial levando em consideração os problemas ambientais oriundos da utilização das matérias primas e da energia. O Ecoprofit é patrocinado pela UNIDO/UNEP, tendo como meta fortalecer economicamente a indústria através da prevenção da poluição.

A PML busca integrar os objetivos ambientais ao processo de produção, que, segundo Fresner, (s/d, p.10), espera-se reduzir as quantidades de matérias-primas, energia, resíduos e emissões com a conseqüente redução de custos, já que se passa a identificar as fontes de desperdício das empresas.

Considerando os passos do Manual da Unido/UNEP (1995), o trabalho foi iniciado com a adoção de medidas de ações preventivas.

As principais ações da metodologia PML, são caracterizadas com as boas práticas ou *housekeeping*, mudanças tecnológicas, mudanças nas matérias-primas, mudanças no produto, reutilização e reciclagem na empresa.

Foi realizada a representação gráfica através de um fluxograma qualitativo para conhecimento de como o processo está relacionado entre si. Realizou-se também um levantamento quantitativo (balanço de massa) dos elementos das atividades e produtos que podem afetar o meio ambiente, para racionalização dos insumos e otimização do processo como um todo.

Após a determinação do fluxograma, como segunda fase da metodologia, é verificada a análise específica do processo que poderá sugerir a adoção de Tecnologias Limpas. Deve ser feita com a participação de técnicos de órgãos de pesquisa e geração tecnológica. Nesta fase é muito importante o concurso das Universidades e Centros de Pesquisas Nacionais, pois durante o trabalho são identificadas demandas tecnológicas reais, as quais devem alimentar a pesquisa aplicada naqueles órgãos envolvidos em Ciência e Tecnologia.

Algumas agências governamentais estão trabalhando juntamente com a indústria objetivando promover o uso de abordagens múltiplas, para prevenir a produção de poluentes, ao invés de simplesmente controlar a poluição gerada no final da linha de produção. Existem agências governamentais que avançaram a ponto de reescrever seus estatutos ou normas e reorganizar seus esforços, a fim de tratarem o meio ambiente como uma unidade.

Da mesma forma, algumas empresas estão chegando à conclusão de que os esforços devem se concentrar na identificação e solução dos problemas nas próprias fontes, porque isso, além de trazer benefícios financeiros, melhora a performance ambiental, tanto interna como externamente.

No processo de aplicação da *Ecoprofit*, os possíveis resultados ficam caracterizados pelos resultados tangíveis e intangíveis mencionado na metodologia UNIDO/UNEP (1995.a). Assim, na Tabela 3.2, são feitas comparações dos benefícios e melhorias identificando os resultados tangíveis e intangíveis.

Tabela 3.2 – Possíveis resultados tangíveis e intangíveis na implementação da metodologia PML

RESULTADOS TANGÍVEIS	RESULTADOS INTANGÍVEIS
Geração de inovações tecnológicas de processo, produto e gerencial.	Desenvolvimento econômico mais sustentado.
Benefícios advindo de vantagens comerciais com concessão de financiamentos, obtenção de seguros com taxas mais atrativas e facilidades para tornar-se fornecedor de grandes empresas.	Melhoria da qualidade ambiental do produto. Melhoria da imagem pública da empresa. Aumento da eficiência ecológica.
Melhoria de competitividade (através da redução de custos ou melhoria de eficiência).	Melhoria das condições de trabalho dos empregados.
Redução de custos com matérias-primas, insumos e energia.	Diversidade de benefícios para as empresas bem como para toda a sociedade.
Ocorrência de melhorias econômicas de curto prazo.	Aumento da motivação dos empregados.
Novas oportunidades de negócios. Minimização dos riscos no campo das obrigações ambientais.	Indução ao processo de inovação dentro das empresas.
Redução dos encargos causados pela atividade industrial.	Aumento da segurança dos consumidores dos produtos.

Fontes: Berket, 1995; Christie et alii, 1995; Fresner, sd; UNIDO/UNEP, 1995.a

No contexto das mudanças de enfoque de controle da poluição para prevenção da poluição, destacam-se dois tópicos:

- Redução dos resíduos e dos riscos através da substituição de materiais e modificações de processo;
- Redução dos resíduos e dos riscos através do desenvolvimento e utilização de códigos de ética ambiental.

Dentro desta nova abordagem, incluindo as áreas econômicas e ambientais algumas indústrias em Pernambuco já possuem a certificação ambiental segundo a norma ISO 14001:1996, como mostra a Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Empresas com certificação ambiental em Pernambuco

Nome da organização	Localidade	Setor	Certificador
Embratel	Fernando de Noronha	Telecomunicações	FCAV
Petrobrás Transporte S.A. TRANSPETRO	Ipojuca	Dist. Derivados Petróleo	BVQI
Petroflex S.A.	Cabo de Santo Agostinho	Petroquímico	DNV
Philips Eletrônica do Nordeste	Recife	Eletro-Eletrônico	BVQI
Reciclar Serviço e Com. de Refugos Industriais	Cabo de Santo Agostinho	Tratamento de Resíduos	DNV
W. Consult Ltda	Casa Forte	Consultoria	IRAM
Corn- Ingredientes Industrias Ltda	Br 101 –km 83	Consultoria	DNV
Basf S/A	Prazeres	Químico -pintura	DNV
Celpe	Recife-Boa Vista	Edifício Sede	ABNT
Musachi do Brasil Ltda	Igarassu-PE	Têxtil	BVQI
Fiação e Tecelagem São Jose do Nordeste	Cabo	Têxtil	DNV
Reciclar-Serviços e Comercio de Refugos	Recife	Reciclagem de resíduos	DNV
Tecnologia em Componentes Automotivos	Jaboatão dos Guararapes	Componentes automotivos	DQS

Fontes: Ministério do Desenvolvimento Industrial e Comércio Exterior e INMETRO

As mudanças tecnológicas podem, em muitos aspectos, ser interpretadas através de várias substituições efetuadas entre a tecnologia aos princípios ambientais. Esse desenvolvimento é um passo fundamental que a sociedade deve dar, rumo a um futuro sustentável, o qual deve ser construído, tanto quanto possível, com base em tecnologias limpas.

3.6 Pontos similares entre a ISO 14001 x Produção Mais Limpa

A ISO 14001 e a Produção Mais Limpa para implantação de uma gestão ambiental em uma empresa, apresentam metodologias semelhantes.

Em um Sistema de Gestão Ambiental, não há incompatibilidade entre um negócio rentável e a melhoria ambiental visando o lucro. Como a gestão ambiental é a ferramenta para implantação de uma certificação ambiental, a metodologia PML torna-se um instrumento prático para esta decisão.

Os pontos similares entre a ISO 14001:1996 e a PML são:

- Levantamento dos aspectos ambientais;

- Identificação de medidas de controle;
- Estabelecimento de objetivos e metas;
- Definição de programas de gestão ambiental;
- Estabelecimento de indicadores de desempenho ambiental.

A maior diferença é que a ISO 14001 pode certificar ambientalmente uma empresa, através dos órgãos certificadores, após solicitar uma auditoria externa e estiver de acordo com as conformidades exigidas pela certificadora. Outra diferença é que o sistema de gestão ambiental pela Norma da ISO 14001 deve manter documentação da organização com a política ambiental da empresa, programas ambientais e todos os registros atualizados. Por outro lado, a metodologia PML, obedece a seguinte seqüência:

- Realizar o diagnóstico da PML;
- Implantar o programa PML;
- Identificar e implantar as oportunidades de melhoria contínua;
- Monitorar o programa PML;
- Realizar a continuidade do programa PML.

Segundo Furtado, M (2002) as técnicas da PML trazem resultados diretos na vida econômica das empresas, por introduzir ou aprofundar o conceito da racionalização no consumo das matérias-primas, incluindo aí água e energia. Abandonam-se as técnicas de fim de tubo para atitudes de prevenção da poluição e que de acordo com (Levi, 2003), a Produção mais Limpa é ambientalmente adequada para a prevenção da poluição, além de reduzir os custos econômicos, outro fator indispensável para sustentabilidade da empresa.

3.7 Agenda 21 e o setor industrial

A Agenda 21 é o principal documento da 2ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano (RIO 92), que foi promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU). É um abrangente programa de ação governamental, envolvendo instituições com agências de desenvolvimento e grupos setoriais independentes em cada área onde a atividade econômica afeta o meio ambiente.

As bases de ação da sustentabilidade, de acordo com a Agenda 21 Global, estão referendadas em quarenta capítulos, entre os quais, as questões envolvendo recursos e mecanismos financeiros para as questões globais e locais, inclusive no que diz respeito à ecoeficiência das atividades industriais.

A Agenda 21 do Estado de Pernambuco (SECTMA 2003), enfoca que as atividades industriais são agregadoras de valores, produção de bens e geradoras de riquezas. Face às novas necessidades do mercado e as pressões para a implantação de tecnologias e procedimentos mais limpos de produção ao longo do ciclo de vidas dos produtos, várias ações são recomendadas, ressaltando-se a implantação de Sistema de Gestão ambiental nas Indústrias.

Dentro das linhas de recomendações e propostas da Agenda 21 Global, foi elaborada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI,2002) a Agenda para o Crescimento do Setor Industrial no Brasil, que incentiva o desenvolvimento industrial com base na Produção Mais Limpa, através de práticas sustentáveis de produção, no incentivo à internalização de estratégias preventivas, na análise das potencialidades locais, no treinamento de pequenos e médios empresários, melhorando os serviços de assistência técnica, priorizando o produto regional em relação aos produtos importados, fortalecendo e implementando políticas de incentivo à Produção Mais Limpa com a redução de desperdícios e a minimização de resíduos.

Além desta ênfase na Produção Mais Limpa, é também incentivada a visão da gestão ambiental nas instalações de novas indústrias, para a melhoria da eficiência energética em seus processos, criando uma cadeia produtiva menos impactante ao meio ambiente, gerando empregos e aumentando a produtividade.

Nessa perspectiva da Agenda 21 do setor Industrial, são relacionadas as seguintes propostas:

- Ampliar e aperfeiçoar mecanismos de incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias limpas, fontes alternativas de energia e eficiência energética;
- Apoiar a implantação e a atualização de centros de pesquisa e de desenvolvimento de tecnologias limpas;

- Estimular o desenvolvimento de tecnologias inovadoras em produtos e processos voltados a gestão ambiental.

Assim, nesta nova mensagem do setor industrial brasileiro, onde a indústria pode construir estratégias e transformar instituições mobilizando instrumentos voltados para garantir um novo ciclo de crescimento, com redução da pobreza e da desigualdade.

No capítulo a seguir é apresentada a metodologia da Produção Mais Limpa, aplicada na Indústria de cerâmica esmaltada Porto Rico, através de um estudo de caso.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia PML da ECOPROFIT, da UNIDO/UNEP, foi aplicada na indústria de Cerâmica Porto Rico (CPR), no Município do Cabo de Santo Agostinho em Pernambuco. Esta empresa foi selecionada pelo Banco do Nordeste para participar do programa de PML, inédito em Pernambuco, buscando compreender o processo produtivo da indústria de cerâmica esmaltada e aplicando o princípio básico da Produção Mais Limpa (PML), que é eliminar e/ou reduzir a poluição durante o processo de produção.

Foi adotada pesquisa do tipo exploratória e descritiva, com o objetivo de coletar dados referentes ao processo produtivo da empresa, questionários para conhecimento da realidade interna da empresa, literatura técnica apropriada, inclusive internacional, painéis expositivos da empresa, assistência do ECOTIME e da gerência produtiva; observação direta para registro do processo produtivo, consultas à Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH) e à Federação das Indústrias de Pernambuco (FIEPE), sobre questões de proteção ambiental nos processos dos produtos cerâmicos esmaltados.

O primeiro passo para o início dos trabalhos, foi o comprometimento da indústria de cerâmica Porto Rico, onde a alta direção da empresa apoiou o treinamento dos seus funcionários com a sensibilização e informação do programa a ser desenvolvido.

Em seguida, foi feita a sensibilização dos funcionários, onde foram informados do apoio da direção da empresa. O passo seguinte foi a formação de uma equipe denominada ECOTIME, com os funcionários que conhecem a empresa mais profundamente e com os responsáveis por área da segurança do trabalho, desenvolvimento de produtos, qualidade, manutenção, compras e vendas.

Estas pessoas da equipe foram responsáveis por repassar a metodologia aos demais colegas e implementar e operacionalizar o processo PML. Posteriormente, foi realizada uma pré-avaliação da empresa em questão, verificando-se inclusive o licenciamento ambiental.

Após esta análise, fez-se o registro da disposição dos equipamentos, bancadas e materiais dentro da empresa dando uma idéia espacial onde estão localizados.

Feito o reconhecimento da fábrica interna e externamente, reuniu-se o Ecotime para elaborar o fluxograma, que é uma representação gráfica de todos os passos de um processo e do modo como estão relacionados entre si.

Neste trabalho foi escolhido o fluxograma intermediário de processo linear, pois representa as macro-atividades nas etapas do processo de fabricação das cerâmicas esmaltadas, sem necessidade de trabalhar com o específico, que demandaria estudos detalhados do processo.

A seguir, foi feito o preenchimento dos dados quantitativos obtidos da análise de cada etapa da produção da cerâmica esmaltada, registrados no fluxograma. O objetivo da coleta dos dados nas diversas etapas foi a obtenção de informações que estão registradas nas notas de compras de matérias-primas, material de escritório, produtos químicos, alimentos e em contas de água e notas de quantidades de resíduos transportados.

Foram feitas também medições de entrada e saída de matérias-primas, insumos e materiais auxiliares, obedecendo seqüência das etapas de produção registradas no fluxograma, utilizando para isso balanças, hidrômetros, baldes, relógios, entre outros.

O passo seguinte foi a avaliação intermediária onde foram obtidas todas as informações com precisão, principalmente no que se refere às quantidades geradas e aos custos de disposição gastos. Com as tabelas dos dados quantitativos preenchidos, foi realizada a avaliação de desempenho ambiental da empresa com seus respectivos indicadores.

Pesquisou-se também o nível de satisfação dos funcionários, que não foram identificados através de questionários. Esses questionários foram feitos antes da implementação da metodologia Produção mais Limpa e oito meses após o seu início. Essa pesquisa foi feita por amostragem e aplicada para 40 funcionários de chão de fábrica.

Com base nas análises anteriores, foi planejada a realização do balanço de massa e de energia. Com os valores e a significância dos impactos ambientais, as causas de geração dos resíduos foram avaliadas.

Posteriormente, o Ecotime identificou oportunidades para mudar de situação, ou seja, opções de Produção Mais Limpa para deixar de gerar resíduos, incluindo aí a melhoria contínua. Na etapa seguinte, foram confrontados dados antes e depois do PML.

Na seqüência do processo, foram procedidas as avaliações técnicas, econômicas e ambientais de uma ou mais opções identificadas.

As duas últimas fases da implantação da metodologia PML, foram o plano de monitoramento e a construção dos indicadores para dar continuidade do programa.

Também foi feito um questionário aplicado ao gerente industrial de produção e ao diretor da empresa, com a finalidade de avaliar a eficácia da metodologia PML dentro da empresa.

5 HISTÓRICO E PROCESSO DA INDÚSTRIA CERÂMICA PORTO RICO

A empresa de cerâmica Porto Rico, situada na Bacia do Pirapama, no Estado de Pernambuco, tem importante significado econômico para a região. O emprego da cerâmica através dos tempos, a sua área de construção, seu *layout* e os detalhes do processo de fabricação são apresentados a seguir.

5.1 Histórico sobre o produto cerâmico

Grande parte das escavações arqueológicas sempre tem encontrado vestígios cerâmicos, materiais imensamente resistentes ao passar do tempo, demonstrando sua existência bastante antiga. Seu emprego, portanto, remonta a milhares de anos, sendo sua utilização tão antiga quanto às chamadas arquiteturas da Terra.

Entre 8.000 ou 7.000 a.C., foram encontrados vestígios de casas feitas de barro em Jerico, na Antiga Palestina, com muros de pedra. Neste período, ainda não existia nessa região a cerâmica propriamente dita, mas apenas vestígios de uma cerâmica neolítica.

Já no período, neolítico, por volta de 6.500 a.C., há vários registros da utilização de objetos cerâmicos e não apenas funcionais como potes, jarros ânforas, botijas, urnas funerárias e vasos com modelos e esculturas de formas antropomórficas e de animais.

Da cerâmica chinesa, cujos primeiros vestígios apareceram por volta de 3.000 a.C., surge a cerâmica preta, também com sinais de utilização da roda de oleiro. No Japão, as origens da cerâmica parecem também ser bem antigas, talvez anteriores a 4.000 a.C.

Muito antes da era cristã, no Egito, Mesopotâmia, Sibéria, Grã-Bretanha e Ásia Menor, já se registrava o emprego de peças moldadas e adornos de argila esmaltada para revestimento de paredes e pisos. As cidades de Harappa e Moheno, em Daro, no vale do rio Hindu, cujo apogeu ocorreu por volta do ano 2.500 a.C., também representaram uma infinidade de potes e artefatos de argila. Dos gregos, a arte da cerâmica passou aos etruscos e romanos: os primeiros mestres na arte do barro, deixaram objetos, esculturas e urnas

significativas, sobretudo nas localidades de Cerveti, Tuscânia e Tarquínia, próximas a Viterbo.

No novo mundo, a região do México e Peru, as cerâmicas datam do período de 1.000 a.C. e 1.000 d.C. A cerâmica vem sendo utilizada ao longo da história humana desde os tempos mais remotos e vai se aperfeiçoando, entra na era espacial, sendo utilizada nas aeronaves na Nasa, mostrando sua força e confirmando que é um material do futuro.

5.2 Descrição sobre o produto cerâmico

Cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos não metálicos obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. Os materiais cerâmicos são fabricados a partir de matérias -primas classificadas em naturais e sintéticas. As sintéticas incluem entre outras, alumina (óxido de alumínio) sob diferentes formas (calcinação, eletrofundida e tabular); carbetos de silício e produtos químicos inorgânicos dos mais diversos.

O revestimento cerâmico é um produto constituído de um biscoito poroso, coberto em face com vidrado que lhe dá o acabamento final. A outra face é a sua superfície de aderência, destinada ao assentamento, chamada de tardez.

Entre as características que favorecem os seus usos podem ser relacionadas:

- Facilidade de limpeza devida a sua superfície impermeável e lisa, que impede a proliferação de fungos e bactérias, posicionando uma perfeita higiene;
- Resistência à ação dos ácidos normais de uso diário, sem danos ao vidrado;
- Resistência aos raios ultravioleta, não desbotando quando expostos ao sol;
- Resistência contra riscos e desgastes por outros materiais, devido a dureza do vidrado, que indica em que ambientes os produtos podem ser aplicados de acordo com seu grau de resistência;
- Resistência ao calor de fogões e chaminés, não alimentando o fogo e não se decompondo em materiais ou gases perigosos;

- Durabilidade ilimitada, não sendo necessário substituí-lo por envelhecimento;
- Beleza devida às composições de decoração que possibilita.

Dependendo do produto a ser obtido e das propriedades desejadas, as matérias-primas são selecionadas e submetidas a uma série de operações nas suas características químicas, estrutura cristalina e dentro de novas fases cristalinas e formação de fase vítrea. Portanto, em função do tratamento térmico e das características das diferentes matérias-primas são obtidos produtos para as mais diversas aplicações.

As principais fases do processamento dos materiais cerâmicos incluem de uma forma geral a preparação das matérias-primas e da massa, a conformação o processamento térmico e o acabamento. Essas fases sintetizam os principais defeitos que se produzem devido a um incorreto controle das matérias-primas e uma inadequada elaboração das massas (Biffi, 2000). Como este assunto não é pertinente a este trabalho, não prolongaremos mais os detalhes técnicos da fabricação da cerâmica esmaltada.

Este processo compreende cerâmica ou materiais de revestimentos usados na construção civil para revestimento de paredes, pisos e bancadas tais como azulejos, placas ou ladrilho para pisos e pastilhas.

A indústria de cerâmica esmaltada, segundo estatística da Associação Brasileira de Cerâmicas Industrial (ABC) é representada no Brasil por 127 unidades industriais, produzindo azulejos, pisos e pastilhas no montante de 428 milhões de m² em 1999, representando 87% dos 429 milhões de m² de capacidade instalada. O valor da produção atingiu, em 1999, a casa dos US\$ 1,3 bilhões, com uma exportação de US\$ 170 milhões, para 42,6 milhões de m² exportados.

A cerâmica tem um papel importante para economia do país, com participação no produto interno bruto (PIB) estimado em 1%, correspondendo cerca de 6 bilhões de dólares. A abundância de matéria prima naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos

cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada.

O Brasil é o quarto produtor mundial, após a China, Itália e Espanha. No Brasil, o consumo *per capita* é em torno de 2,2 m²/hab., enquanto na Itália é de 3,1 m²/hab, em Portugal de 4,9 m²/hab e na Espanha de 5,5 m²/hab, mostrando um grande potencial de crescimento no país.

No mercado externo, o Brasil vem melhorando sua participação, mas ainda poderá melhorar em muito, pois enquanto Itália e Espanha exportam para aproximadamente 78% do mercado mundial, a participação brasileira é de cerca de 5%. A América do Norte, a Europa e a América Latina, com exceção dos países do Mercosul compram aproximadamente 69% das exportações brasileiras. Os países do Mercosul ficam com 24% das exportações.

Tabela 5.1 - Dados do segmento de materiais de revestimento no Brasil

Capacidade instalada de 1999	492.000.000 m ² /ano
Produção de 1999	428.000.000m ² /ano
Produção via seca	40%
Produção via úmida	60%
Faturamento	US\$ 1.300.000.000
Números de fábricas	127
Número de empregos diretos	23000
Exportação	US\$ 170.000.000

Fonte: ANFACER-(2000)

O setor industrial da cerâmica é bastante diversificado e pode ser dividido nos seguintes segmentos: cerâmica vermelha, materiais de revestimento, materiais refratários, louça sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça de mesa, cerâmica artística (decorativa e utilitária), filtros cerâmicos de água para uso doméstico, cerâmica térmica e isolante térmicos.

No Brasil existem todos estes segmentos, com maior ou menor grau de desenvolvimento e capacidade de produção. Além disso existem fabricantes de matérias-primas sintéticas para cerâmica (alumina calcinada, alumina

eletrofundida, carbetos de silício e outras), de vidrados e corantes, gesso, equipamento e alguns produtos químicos auxiliares.

As regiões onde existe maior densidade demográfica, maior atividade industrial e agropecuária, melhor infra-estrutura e melhor distribuição de renda são Sudeste e Sul. Daí a razão da grande concentração de indústrias de todos os segmentos cerâmicos nessas regiões, associada ainda às facilidades de matérias-primas, energia, centros de pesquisa, universidades e escolas técnicas. Convém salientar que as outras regiões do país têm apresentado um certo grau de desenvolvimento, principalmente no Nordeste, onde muitas fábricas de diversos setores industriais estão se instalando e onde o setor de turismo tem crescido de maneira acentuada, levando à construção de inúmeros hotéis. Com isto, tem aumentado a demanda de materiais cerâmicos, principalmente dos segmentos ligados à construção civil, o que tem levado a implantação de novas fábricas cerâmicas nessa região.

5.3 A indústria de cerâmica Porto Rico

A Cerâmica Porto Rico Ltda, com atividade operacional na industrialização de produtos cerâmicos, pisos, pedras ornamentais e porcelanas, realiza pesquisa e exploração de jazidas minerais.

Está localizada às margens da rodovia PE-60, entre o km 1,94 até o km 2, no Município do Cabo de Santo Agostinho, resultante do desmembramento da área de terra com 60.000 m², situada no antigo Engenho Garapú, cujo lote tem uma área total de 300.000 m², conforme memorial descritivo na escritura de compra.

As Figuras 5.1 e 5.2 a seguir, apresentam respectivamente a localização do Estado de Pernambuco e a cidade do Cabo de Santo Agostinho onde a fábrica está instalada. O galpão principal da fábrica está subdividido, de 460,00 m² em unidades operacionais de: queima, esmaltação, secagem e prensagem. Anexos ao galpão principal existem, dois galpões secundários: o primeiro medindo 480,00 m² onde opera a unidade de preparação de massa, e o segundo medindo 1.680,00 m² onde se faz a estocagem de matéria-prima (argila). Anexo à planta industrial, encontra-se o escritório da fábrica, medindo 369,66 m². Existem ainda pequenos anexos ao galpão principal, tais

como: oficinas, salas técnicas, laboratório, almoxarifado, WC, medindo no total 390,00 m². A área coberta corresponde a 7.599,66m² de área construída.

Figura 5.1 – Localização de Pernambuco no mapa do Brasil

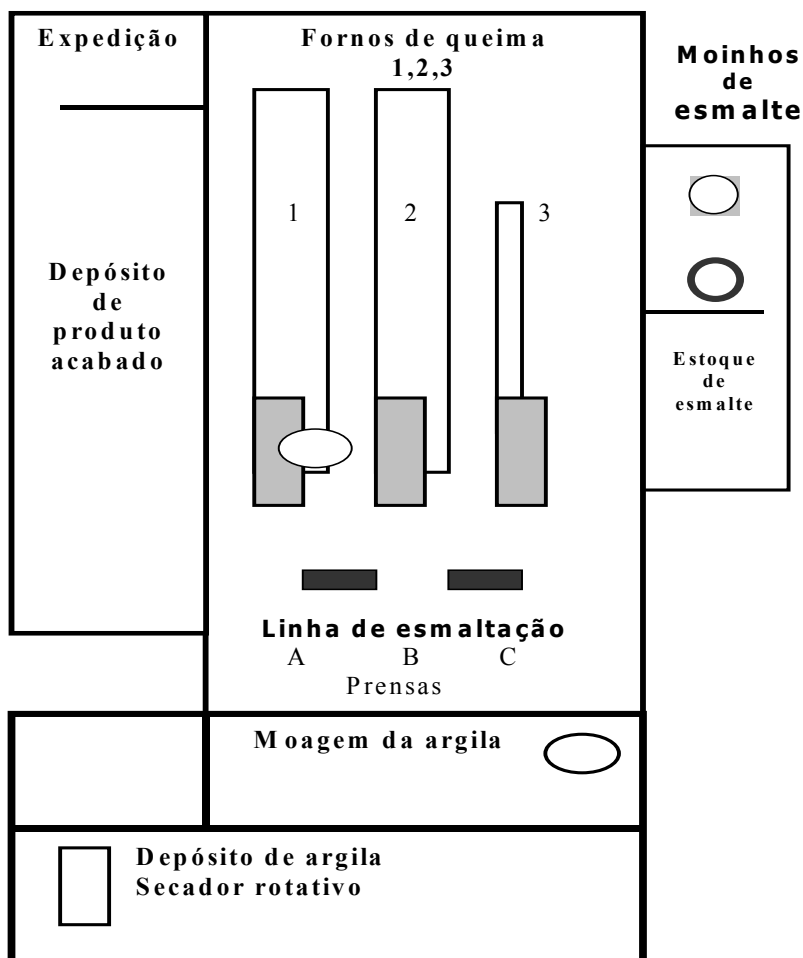


Figura 5.2 - Mapa de localização do município do Cabo no Estado de Pernambuco



A Figura 5.3 abaixo apresenta o arranjo físico da área de produção.

Figura 5.3 - Layout da empresa Cerâmica Porto Rico



5.3.1 Histórico e formação da empresa

A cerâmica Porto Rico surgiu em função da constatação da existência de um mercado potencialmente alto, no que diz respeito à cerâmica popular, identificada pela experiência dos sócios, tanto na área de construção civil, como na venda de materiais de construção.

A partir desta premissa, foram mobilizados os recursos para a implementação da primeira linha de produção, sendo que o galpão da fábrica foi construído prevendo-se uma ampliação futura, com uma segunda linha. A empresa iniciou sua produção em março de 1996, com 36.000m². A produção em dezembro do mesmo ano foi de 167.000 m². Esta primeira linha já se aproxima de sua capacidade máxima, havendo portanto necessidade de ampliação na capacidade produtiva da empresa. O crescimento na demanda por piso após o plano real, e as previsões de crescimento futuro, tornam necessário o investimento em outra linha, com vistas a obter ganhos de escala

e melhorias tecnológicas, permitindo assim uma continuação da posição competitiva da empresa.

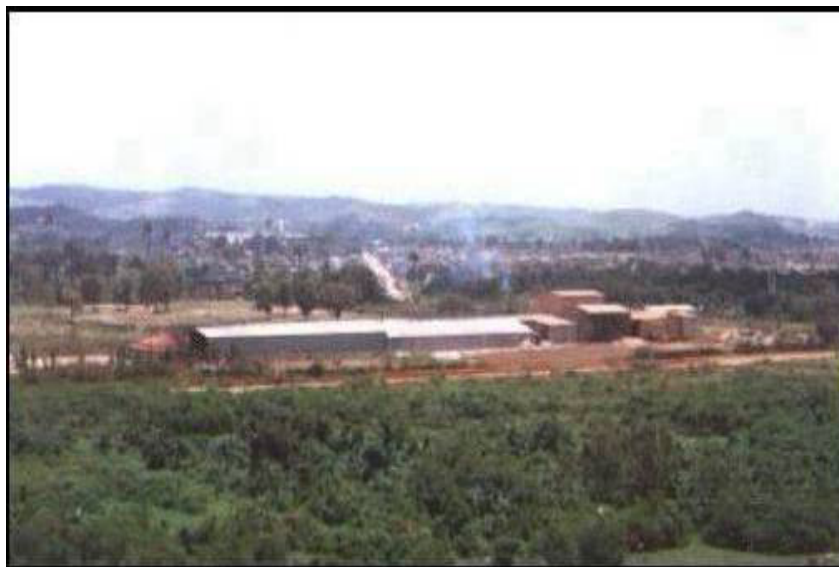
A Indústria Cerâmica Porto Rico, tendo iniciado suas operações em março de 1996, passou como é normal, por um período de ajuste no seu processo produtivo, melhorando constantemente ao longo do tempo seu desempenho, tanto no que tange a qualidade do produto, como o nível de produção atingido. A Foto 5.1 abaixo mostra a vista área da ICPR e as comunidades ao seu redor.

Foto 5.1– Vista aérea da Indústria Cerâmica Porto Rico e das comunidades vizinhas



No lado comercial, a empresa foi pouco a pouco conquistando credibilidade e foi ampliando sua presença em diversos Estados Nordestinos. Hoje comercializa seus produtos na região nordeste do País, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Piauí, Maranhão e Bahia. As principais formas de distribuição são a distribuição direta com vendas *free on board* (FOB) e comercialização através de representantes com larga experiência no ramo. A empresa, apesar de alguns momentos de retração, vem chegando próxima a sua capacidade instalada (da ordem de 240.000 m²/mês). Na foto 6.2, tem-se a vista lateral da Indústria Cerâmica Porto Rico.

Foto 5.2 - Vista lateral da Cerâmica Porto Rico, tendo a fundo as comunidades



5.3.2 Aspiração de desempenho global da empresa

A Cerâmica Porto Rico, desde antes do início de suas atividades, partiu de uma visão clara do mercado em que pretendia atuar, inicialmente da constatação de que o mercado Pernambucano e Nordeste era e ainda é, fortemente importador de pisos cerâmicos, inclusive o popular. No que tange a este último segmento, a importação era da região de Santa Gertrudes, tradicional produtora de pisos, no interior de São Paulo.

Em segundo lugar, as vantagens de se produzir localmente ficam evidentes quando são somadas as vantagens comparativas oferecidas pela localização:

- Redução drástica nos custos de transportes, que chegam a onerar em 30% o custo final do produto, quando importados do Sudeste;
- Aproveitamento do gás natural, mais barato do que o GLP, utilizado pelos concorrentes do Sudeste e Sul.;
- Disponibilidade de matéria-prima (argila) na região;
- Incentivos fiscais (Fundo Cresce Pernambuco, na época, o PRODEPE).

Além disso, há uma carência de dez anos no imposto de renda, obtida através da SUDENE.

5.3.3 Descrição dos processos industriais da Cerâmica Porto Rico

As matérias-primas dos processos industriais são estocadas no pátio da fábrica, provenientes de jazidas localizadas na região Nordeste, em estados vizinhos ao Estado de Pernambuco. A matéria prima é transportada por trem (4.000 t/ mês), ou carreta com (2.000 t/ mês) de matéria-prima.

Nesse sentido, o processo de transporte e preparação da matéria prima torna-se importante, pois os defeitos encontrados nas placas cerâmicas podem ser por excesso de quartzo Biffi, (2000) e substância orgânicas na matéria-prima dentre outras causas.

Após esta etapa, através de transportadora de correia, a argila é descarregada em moinhos (tipo martelo) para Moagem, que é um processo de cominuição, palavra derivada da designação inglesa *comminution*, em que o material é fragmentado ou reduzido de tamanho, entre duas superfícies móveis pela definição da Quartz - Assessoria técnica treinamento em cerâmica do instrutor Néri N. Mafra, adotada na Porto Rico.

Posteriormente, há o peneiramento por vibração com malhas de diversos tamanhos para depois ir para secagem. Nesta empresa é adotado o processo a seco, ou seja o pó é umedecido com posterior adição de umidade de trabalho, e granulado após a moagem por via seca e adicionada água para granular a massa.

Em seguida, o granulado (massa) segue para prensagem onde depois recebe as camadas de esmalte antes de ir para a mono-queima nos fornos, com temperatura de 1.200°C. Segundo Biffi, (2000, p.17), é neste momento que pode existir quebra de placas cerâmicas devido à escassa resistência das matérias primas argilosas da massa. Neste último processo antes da embalagem, é utilizado o gás natural como combustível para atingir esta temperatura.

Abaixo se observa um resumo das etapas da produção na Cerâmica Porto Rico:

Etapa I: Moagem a seco das argilas.

Diz respeito ao tratamento da matéria-prima para a etapa posterior de prensagem. Para consecução deste objetivo, serão utilizados diversos equipamentos que visam dar a matéria prima a granulação adequada.

Neste processo, é feita a mistura mecânica da matéria-prima, do filito com a argila. Passa pela caçamba de alimentação, em seguida pela correia transportadora até os dois moinhos de martelo onde a matéria sofre uma primeira moagem que visa torná-la mais solta.

Etapa II: Preparação da Matéria-prima

Depois desta fase, o material passa por outros equipamentos para ser refinado. Inicia-se pelo elevador de caneca, em seguida a esteira, vai até as peneiras, depois os silos de extrator de rosca coloidal, correia transportadora e moinho de pinos. Em seguida passará para a dosagem, mistura, umidificação e granulação, adequando o material para a prensagem.

Os impactos inerentes a este processo são o ruído e o calor. Precedendo este setor, o impacto ambiental é proveniente da grande quantidade de poeiras, que polui o ambiente interno e externo da empresa. No controle deste resíduo, usa-se o ciclone e o filtro de manga para reter as poeiras e não contaminar o meio ambiente.

Os efeitos dos poluentes aéreos são caracterizados pelo estado físico dos contaminantes atmosféricos e podem ser classificados como gases e partículas, as quais incluem sólidos e líquidos. Os gases presentes na atmosfera como contaminantes, se comportam como o próprio ar, isto é, uma vez difundidos não tendem a depositar-se. Em relação às partículas, as maiores se depositam mais rapidamente e produzem seus efeitos perto da fonte; as menores o vento transporta a maiores distâncias.

Etapa III: Prensagem

A estocagem nos silos permite a cura e a maturação do pó e a sua homogeneização. O material é então enviado a prensagem. Durante o transporte, prevê-se uma peneira vibratória de superfície elevada para a eliminação da mistura formulada fora de medida. Posteriormente segue, através de correia dentada, até o silo de dosagem das prensas. O material

formulado é mantido a um nível constante nas tremonhas, mediante indicadores de nível que controlam a descarga dos silos de estocagem.

Etapa IV: Esmaltação

A esmaltação é a etapa que antecede a queima. Os equipamentos utilizados permitem a distribuição do esmalte de maneira uniforme, para formatos de 150 mm x 150 mm até 400mm x 400 mm. No presente caso o formato será de 300 mm x 200 mm.

A preparação do esmalte é feita previamente de forma a não provocar estrangulamentos no processo de produção. Os materiais e os equipamentos utilizados são a esmaltadeira com painéis de comando; esta etapa compreende a queima do material prensado e esmaltado a uma temperatura em torno de 1150 °C e o resfriamento do material após a passagem pelo forno. Neste setor, há riscos também de doenças profissionais originadas de condições insalubres provocada pelo agente físico calor. São utilizadas ainda, máquinas de carga de forno, forno monoestrado a rolo, mais aparelhagem de comando e controle.

Etapa V: Seleção e embalagem

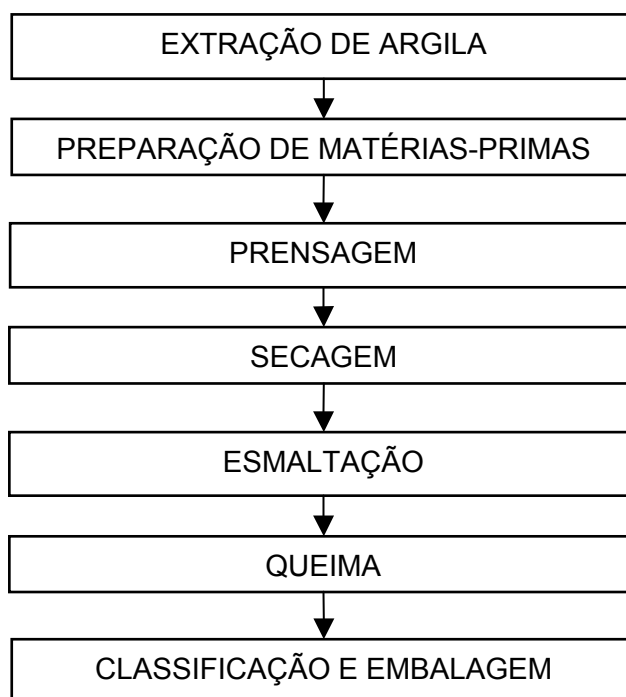
Nessa fase são feitas a seleção dos pisos em função da qualidade, cor etc., com a posterior embalagem quando o produto estará pronto para armazenagem e entrega. Esta etapa é predominantemente manual, não cabendo aqui descrição dos equipamentos utilizados. Riscos nesta fase são representados por quedas, cortes e fadiga física.

As áreas de atuação da empresa, segundo os dados por ela fornecidos são as seguintes:

- Região Norte (todos os estados);
- Região Nordeste (todos os estados), com 75% de sua produção voltada para Pernambuco;
- Região Centro-Oeste (apenas Goiás).

O processo industrial da Indústria Cerâmica Porto Rico está detalhado, de forma resumida, na Figura 5.4 a seguir.

Figura 5.4- Processo industrial resumido da Cerâmica Porto Rico



Neste Capítulo foi dado o enfoque nas características do produto final de empresa cerâmica Porto Rico, na sua localização em Pernambuco, da empresa e seu *layout* e as etapas de produção da cerâmica esmaltada.

Nos itens seguintes, demonstra-se como funciona na prática, a metodologia Produção Mais Limpa em uma indústria de cerâmica, com ferramentas apropriadas para identificar aspectos e impactos ambientais requeridos pela norma ISO 14001:1996 e pela PML.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico nessa fase de implantação de uma metodologia para um Sistema de Gestão Ambiental, com a aplicação da PML na Cerâmica Porto Rico, é de grande significado para os resultados e discussão sobre os futuros benefícios ambientais e econômicos descritos nesse trabalho.

6.1 Diagnóstico

O resultado alcançado com a proposição do objetivo específico buscou basear-se nas mudanças que diversos autores mencionam sobre o meio ambiente. Entre estas mudanças, a conscientização de que este novo modo de agir e pensar dos empresários podem ser uma vantagem competitiva e um diferencial de mercado.

Dentro das funções do grupo de trabalho está a do consultor que, dentre outras atribuições, preparou a agenda de trabalho, conduziu a análise de viabilidade técnica, delegou responsabilidades, documentou o trabalho através de relatórios, tabelas e fotos e priorizou as ações da PML identificando e monitorando o desempenho das opções selecionadas e implantadas etc. (CNTL), conforme seqüência a seguir.

Foram realizados também seminários de conscientização e treinamento, como requer a metodologia PML e a norma ISO 14001:1996 no (item 4.4.2 – treinamento, conscientização e competência), levantamento de dados técnicos/ ambientais/ econômicos referentes à planta piloto, que segundo Motta (1998), os conhecimentos sobre benefícios ambientais e econômicos devem ser passados para a direção da empresa, gerências, supervisores, encarregados e funcionários em geral.

Os gestores da CPR perceberam que existem fortes ligações entre seus objetivos comerciais e a as políticas das questões ambientais, como o aumento da influência de grupos sociais externos à organização (Donaire,1999). Em relação aos resultados tangíveis, verificou-se a redução de custos pelo uso racional da matéria prima e energia. Algumas metas foram alcançadas, enquanto outras estão em fase de implantação tais como: melhoria da

eficiência ecológica; melhoria das condições de trabalho dos funcionários incrementando seu processo de competitividade.

Nessa empresa de duzentos funcionários, avaliaram-se as motivações dos gestores e suas características empreendedoras com visões de oportunidades de negócio, com relação à adoção da PML. Foi formado um grupo de profissionais para implantar o programa de Produção Mais Limpa, denominado ECOTIME, com profissionais das seguintes áreas: técnico de laboratório, gerente de compras, chefe do setor elétrico, gerente de manutenção e gerente de produção. Para que este objetivo fosse alcançado procedeu-se a uma sensibilização deste grupo para um apoio das ações da gestão ambiental, na investigação tecnológica e ambiental da empresa, das fontes de geração de resíduos no processo e da trajetória tecnológica da empresa.

Uma vez identificados pela empresa, com domínio sobre suas atividades, esses profissionais tiveram prévio conhecimento da metodologia da Produção Mais Limpa, na execução do trabalho dentro da planta industrial, sob orientação do consultor. Foram feitos também questionários em uma amostra representativa dos funcionários de chão de fábrica, sobre as questões relativas às condições de trabalho na empresa, antes e após a aplicação da metodologia PML.

Dentre estes aspectos de conscientização, o depoimento sobre PML do gerente industrial da Cerâmica Porto Rico, demonstra o nível de conscientização após o treinamento:

“O programa de PML trouxe uma conscientização e um interesse dos nossos funcionários sobre as questões ambientais, sobre os desperdícios que já passavam despercebidos e conseqüentemente, sobre os custos do processo industrial. Hoje estamos conscientes que o volume de desperdício na nossa empresa era muito além do que imaginávamos e estamos todos engajados no objetivo de diminuirmos nossos custos, ter um ambiente limpo e saudável e preservar o nosso meio ambiente.”

Nesta metodologia Produção Mais Limpa, igualmente com a norma ISO 14001:1996 (item 4.3.2 - requisitos legais e outros requisitos), permitiu também identificar os requisitos legais e regulamentares aplicados.

Seguindo a metodologia de aplicação da PML, fez-se um pré-diagnóstico da empresa, verificando os temas legais, registrados na Tabela 6.1.

6.2 Atendimento aos requisitos legais

Os diagnósticos a serem apresentados a seguir representam dados baseados no Capítulo 3, referente à base legal.

Com os dados levantados em planta piloto, através de levantamento quantitativo e qualitativo dos agentes físicos e químicos, constata-se a presença de ruído, calor e poeira. Neste trabalho, o impacto ambiental mais relevante é causado pela poeira do processo a seco aplicado na CPR, com conseqüente perda de matéria- prima e a não conformidade com a legislação vigente.

6.2.1 Análise do ruído

O ruído é o fenômeno físico vibratório com características indefinidas de pressão (no caso ar) em função da frequência, para cada uma delas podem existir, em forma aleatória através do tempo, variações de pressões diferentes, podendo gerar várias conseqüências danosas à saúde do trabalhador a que ele está exposto. Dependendo da intensidade frequência e tempo, a exposição pode afetar principalmente o sistema auditivo, partindo de uma simples mudança temporária de limiar de audição até a surdez total, definitiva.

Sobre ruído, não sendo possível o seu controle na fonte e na trajetória, deve-se, como último recurso reduzir o tempo de exposição ou usar protetores auriculares. Ressalta-se que a simples utilização do equipamento de proteção individual (EPI), não implica na eliminação do risco do trabalhador vir a sofrer diminuição da capacidade auditiva. Os protetores auriculares, para serem eficazes, deverão ser usados de forma correta e obedecer aos requisitos mínimos de qualidade representada pela capacidade de atenuação, que deverá ser devidamente testada por órgão competente. O uso constante do protetor é importante para garantir a eficácia da proteção. Exemplificando: para um protetor que garante uma atenuação igual a 20 decibéis (dB), deverá ser usado 100% do tempo. Se o mesmo for usado 50% do tempo a atenuação do protetor cai para 5 dB.

Quadro 1 - Revisão de temas legais

Tema	É aplicada a empresa		A empresa está adequada		Evidência
	Sim	Não	Sim	Não	
1 Licenciamento	x			x	Licença de operação em andamento
2 Qualidade e Uso das águas	x			x	Falta outorga
3 Efluentes	x			x	Somente faz decantação.
4 Resíduos Sólidos	x			x	Novo plano de Resíduos sólidos, em implantação.
5 Ascarel		x			
6 Óleo lubrificante Mineral					
Usado e Contaminado	x		x		O óleo é reaproveitado nas carretas e carregadeiras
7 Amianto/Asbesto		x			
8 Pneumáticos	x			x	Ficam na borracharia
9 Pilhas e Baterias	x			x	Lixo
10 Lâmpadas Fluorescentes	x			x	Lixo
11 Resíduos de Saúde		x			
12 Transporte de Cargas Perigosas		x			
13 Emissões Atmosféricas	x			x	Sistemas de exaustão deficiente. Pós e poeiras e fornos, gás natural
14 CFC's		x			
15 Emissões Atmosféricas para veículos	x			x	Emissão dos veículos, carregadeiras, caminhões e grupos geradores
16 Ruído	x			x	Só interno
17 Produtos Químicos	x			x	Verificar a legislação para uso de argilas(mineração)
18 Para- Raio	x				Não há evidencia se o existente funciona
19 Sistema de Climatização	x			x	Calor
20 Potabilidade da Água	x		x		De poço - Uso na área industrial. Da Rede – no restante
21 Higienização de Reservatórios	x			x	Não existe registro de limpeza
22 Capina Química		x			
23 Uso de Moto-sera		x			
24 Uso eficiente de Energia	x			x	Em estudo
25 Sistema de Emergência	x			x	Não existe treinamento dos funcionários
26 Lei de Crimes Ambientais	x			x	Termo de atuação do CPRH

A legislação trabalhista vigente, por meio da Portaria nº 3214/78 do MTB, NR-15, estabelece limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, correspondente ao tempo de exposição diária permitida. O limite máximo permitido é de 85 decibéis para 8 horas de trabalho. De acordo com a Tabela 6.1 a seguir, são conhecidos os níveis de pressão sonora em diversos setores da indústria de Cerâmica Porto Rico.

Tabela 6.1 – Níveis de pressão sonora na CPR

Ponto	Setor/Máquina	Nível aferido em dB (A)	Tempo de exposição diária	Tempo/Exposição (diária permissível)
1	Depósito de argila			
	Pá carregadeira	91	08:00	3 horas e 30 min
2	Setor de moagem			
	Moinho de martelo	92	08:00	3 horas
3	Setor de prensa	89	08:00	4 horas e 30 min
4	Setor secador	92	08:00	4 horas e 30 min
5	Linha esmaltadeira	87	08:00	6 horas
6	Preparação de esmalte		08:00	4 horas
7	Setor de Forno			
	Forno – 1	89	08:00	4 horas e 30 min
	Forno – 2	97	08:00	6 horas
8	Setor embalagem			
	Bancada	84	08:00	8 horas

Fonte: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais da (PPRA)-2002-CPR

Em cumprimento com a Tabela 6.1 de medição de ruído, deverá ser usada constantemente, durante a exposição ao ruído, o protetor auricular em todos os setores, com exceção do setor de embalagem. Essa recomendação prende-se ao fato de que os valores medidos estão acima dos limites de tolerância.

6.2.2 Análise do calor

O calor é um risco físico presente em uma das atividades desta indústria e que merece um tratamento dos mais importantes pelas conseqüências que pode representar no ambiente de trabalho.

A fadiga pelo calor, em ambientes de altas temperaturas, manifesta-se por desidratação, câibras, tonteira e desmaios, resultados do esforço excessivo de interação térmica entre o organismo e o meio ambiente, através do sistema fisiológico com possibilidade de controle da temperatura corpórea. Quando em fadiga o rendimento diminui com o aparecimento de percepção e raciocínio que pode levar a ocorrência de acidente e no aspecto de saúde pode levar a sérias perturbações psicológicas com possibilidade de esgotamento e prostração. Segundo Saliba (1997), as doenças mais comuns que podem ser desencadeadas pelo calor são: hipertemia ou intermação, tontura desfalecimento, desidratação, distúrbio psico-neurótico e cataratas.

A seguir, são apresentados os riscos existentes na presença de calor nas operações de secagem dos moldes de cerâmica, no setor de forno e o reflexo desse parâmetro no setor embalagem.

Todos os resultados apresentados na Tabela 6.2 têm atividades para regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local. A Tabela 6.2, para ser adotada na empresa como o período de repouso de acordo com a Norma Regulamentadora 15, da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho.

Tabela 6.2 – Exposição ao calor na ICPR

Pontos	Local aferido	Exposição ao calor		Tipo de atividades	Metabolismo			Índice de bulbo úmido e temperatura de globo	
		TBN °C	TG °C		M Kcal/h	T min	M kcal/h	IBTUG °C	IBTUG °C
1	Secadores	26,4°	33,3°	Moderada	175	60	175	28,44	28,44
2	Forno	27,2°	34,2°	Moderada	175	60	175	29,30	29,30
3	Embalagem	26,2	32,8	Moderada	175	60	175	28,18	28,18

Fonte: NR-15 da Portaria 3214 do Mtb

A Tabela 6.3 representa as medidas relativas ao ambiente de trabalho, quando o mesmo está insalubre. Nesta tabela, apresentam-se algumas medidas saudáveis para ser adotadas na indústria de cerâmica.

Tabela 6.3 – Medidas adotadas para o calor na ICPR

Medidas a serem adotadas	Fator alterado
Insuflação de ar fresco, no local onde permanece o trabalhador	Temperatura do ar
Maior circulação de ar no local de trabalho	Velocidade do ar
Exaustão dos vapores d' água emanados	Umidade relativa
Utilização de barreiras refletoras	Calor radiante
Automatização do processo	Calor produzido pelo metabolismo

Fonte: NR-15 da Portaria 3214 do Mtb

6.2.3 Análise da poeira

Os riscos de doenças profissionais em trabalhadores, expostos a poeiras oriundas do processo da moagem das argilas, são as lesões dos tecidos pulmonares, pneumoconioses, causada por inalação no ambiente de trabalho. Segundo Saliba (1997), a aquisição desta doença depende do tamanho das partículas das poeiras, de sua natureza, da concentração e da exposição do trabalhador. Essas doenças levam à incapacidade respiratória progressiva, devido ao endurecimento dos pulmões dos trabalhadores.

Para conhecer as concentrações de poeiras totais em suspensão (PTS), provenientes das emissões do equipamento de controle de poluição do ar, do lavador de gases e do secador rotativo (localizado dentro do galpão) foram realizadas 10 amostragens em três pontos no interior da fábrica e 3 amostragens na Vila da Cohab (na casa do denunciante da poluição atmosférica causada pela indústria).

As análises dos padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA nº 03/90, realizadas nesta indústria, revelam que os valores estão acima do padrão primário de qualidade do ar anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 6.4 - Pontos de amostragem de coleta de poeiras na ICPR

Ponto 1	à 82 m do lavador de gases (2 coletas)
Ponto 2	à 157 m do lavador de gases (3 coletas)
Ponto 3	à 92 m do galpão do local em que está instalado o secador rotativo
Ponto 4	Na rua 60, Bloco 5, Casa 6 Vila da Cohab, Cabo de Santo Agostinho

Com exceção do ponto de amostragem localizado a 157 metros de lavador de gases, em pontos de amostragem na tabela 6.5, todos os valores de concentração de material particulado, excederam o padrão primário para 24

horas ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), que não deve ser excedido mais de uma vez por ano, segundo os padrões de qualidade do ar estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)-Resolução 03/90 de 28/06/90.

Em relação ao padrão secundário de qualidade do ar, todos os valores de concentração excederam o padrão de qualidade do ar que é de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Com exceção do ponto 2 (realizadas duas amostras), todos os valores de concentração de material particulado excederam o padrão secundário para 24 horas ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o que não deve ser excedido mais de uma vez por ano.

Tabela 6.5 – Concentração da poeira nos pontos de amostragem na ICPR

Local	Nº da amostra	Concentração $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nível
Ponto 1	1	1.748,23	Emergência
	2	1.833,01	Emergência
Ponto 3	1	2.211,44	Emergência
	2	1158,14	Emergência
	3	836,00	Alerta
	4	624,25	Atenção
Ponto 4	1	433,00	Atenção
	2	826,00	Alerta

Nos outros pontos mostrados na tabela 6.5, encontram-se valores de $2.211,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $624,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em que envolvem situações de emergência e estado de alerta. No último ponto foi detectada concentração de $433 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $826 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que representa uma situação de alerta e atenção.

A metodologia para medição e os padrões de qualidade do ar é regulamentada de acordo com a Resolução CONAMA nº 3/90 onde são avaliadas partículas totais em suspensão (PTS), o amostrador de grandes volumes (Hi-Vol) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas nº 9547. O amostrador de grandes volumes tem como princípio de funcionamento a sucção da ar ambiente, fazendo-se passar por um filtro, a uma vazão de 1,1 a $1,7 \text{ m}^3/\text{min}$ por um período de 24 h, a concentração de partículas em suspensão é obtida em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, relacionando a massa do particulado e o volume de ar.

Os serviços foram realizados de acordo com a solicitação do interessado (CPR), para obedecer às determinações legais pré-estabelecidas pela CPRH, órgão estadual de controle ambiental para a área questionada e como forma de controle e acompanhamento do sistema instalado em operação nas unidades

industriais e para o conhecimento geral de uma determinada situação gerada pela grande quantidade de poeiras na empresa.

6.3 Pré-avaliação e diagnóstico da empresa

Antes da avaliação dos dados coletados, surgiram algumas barreiras, pois os valores altos dos resíduos gerados e de consumo de argila, causaram desconforto aos responsáveis pelas áreas avaliadas. Entre as barreiras iniciais que foram encontradas durante o trabalho, ressalte-se:

- Dificuldade do Ecotime em assimilar os conceitos e a metodologia de PML;
- Dificuldade de envolvimento efetivo da direção da Empresa com a proposta do trabalho;
- Dificuldades para obtenção dos equipamentos de medição (balanças);
- Dificuldades do Ecotime para executar as medições.

A direção da empresa só apoiou completamente o processo quando começou a verificar os resultados positivos. Antes de coletar os dados, o Ecotime obteve dados relativos às matérias-primas, tanto obtidos do material de escritório, contas de água e registro de quantidade de resíduos transportados, preparou a relação das etapas de processo industrial necessário para o detalhamento do fluxograma, toda a documentação e informações existentes relativas ao processo, as quais foram previamente pesquisadas, indicando as áreas de interesse para aplicação do estudo de caso.

O Ecotime visitou o chão de fábrica, principalmente com os responsáveis por cada etapa de produção que já possuíam familiaridade com a planta industrial. A partir daí, foi traçado e confeccionado o fluxograma intermediário de acordo com a Figura 6.1, a fim de fornecer os dados necessários para o conhecimento sobre a fonte e a causa dos resíduos e emissões. O fluxo de material permite a formulação de opções de Produção Mais Limpa, considerando o uso de argila, esmalte, materiais auxiliares, água e energia que entram no processo e que são liberadas pelo mesmo processo, conforme fluxograma intermediário.

Figura 6.1 (a) - Fluxograma intermediário do processo de fabricação de cerâmica esmaltada na ICPR

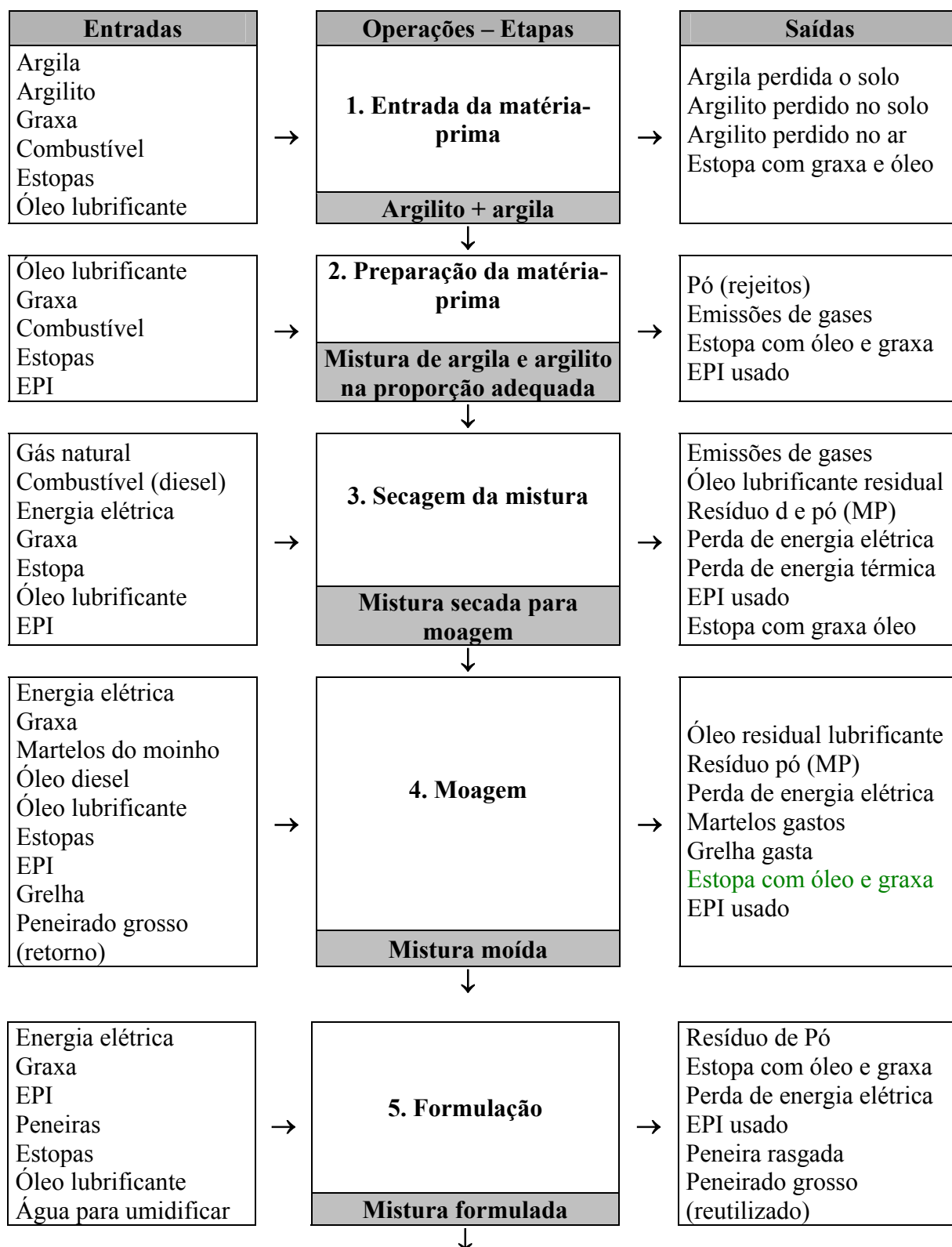


Figura 6.1 (b) - Fluxograma intermediário do processo de fabricação de cerâmica esmaltada

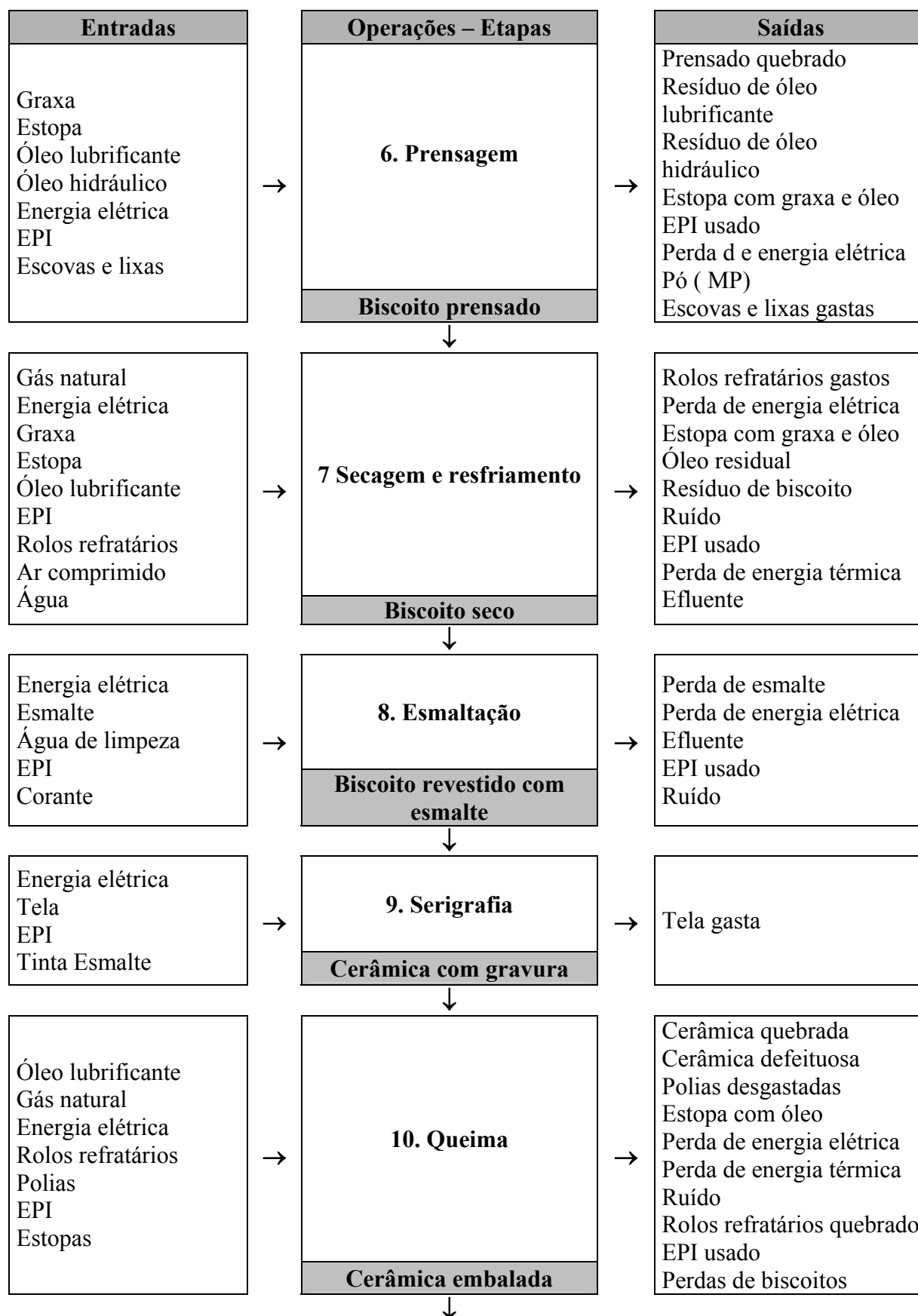
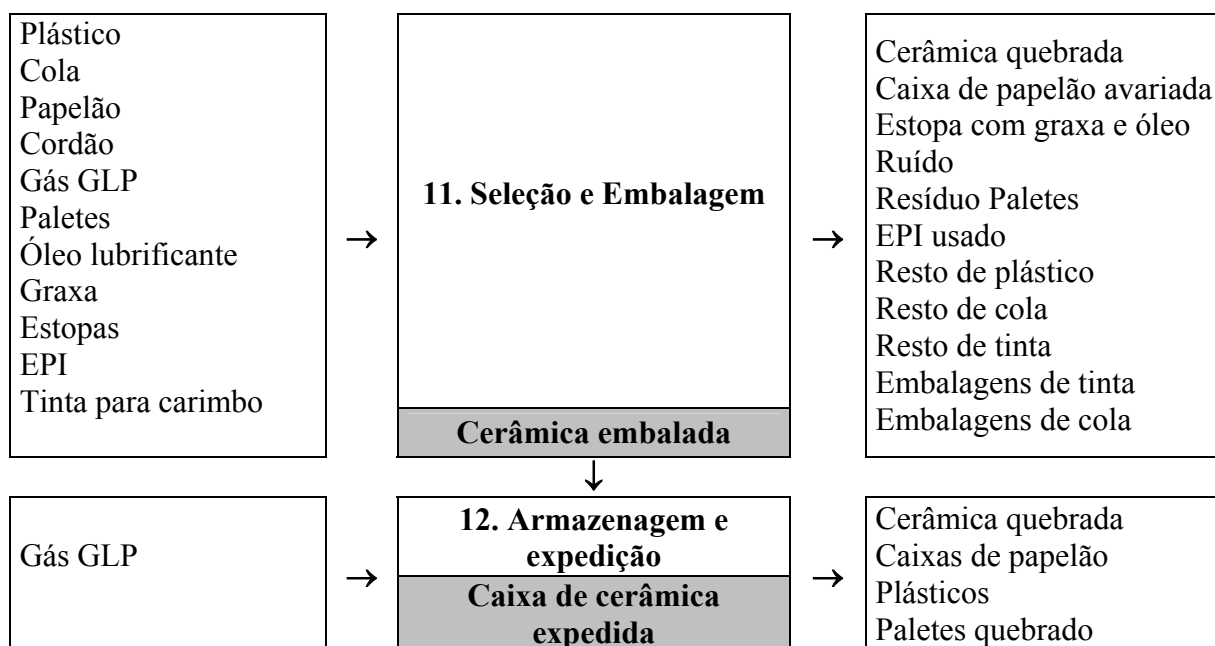


Figura 6.1 (c) - Fluxograma intermediário do processo de fabricação de cerâmica esmaltada



O fluxo de material não é apenas usado para identificar as entradas e saídas, mas também os custos associados com estas entradas e saídas. A percepção destes parâmetros pode convencer a gerência a concordar com a rápida implementação de opções de Produção Mais Limpa, primeiramente com as boas práticas (*housekeeping*).

De acordo com Moura (2000), para melhor compreender um processo industrial, o fluxograma é a ferramenta de interesse na identificação inicial dos aspectos e impactos ambientais.

Nos Quadros 01 e 02 a seguir, apresentam o custo anual das matérias-primas e o custo direto e indireto dos resíduos e emissões com por exemplo: quantidade anual em toneladas dos resíduos, efluentes e emissões, custo da matéria-prima, custos com armazenagem, tratamento, transporte, disposição, valores de vendas em resíduos e emissões; custo de produtos em resíduos e emissões.

Quadro 02 – Avaliação intermediária das matérias-primas da ICPR

Matérias-primas	(A) Quantidade anual (t)	(B) Custo Unitário (R\$)	(AxB) Custo Total Anual (R\$)	Percentual da matéria-prima que incorpora ao produto %	Percentual da matéria-prima na composição do produto %	Finalidade da utilização	Tipo e material de embalagem	Matéria-prima perigosa
Argila	25.200	33	831.600	80	28.5	biscoito	Ar livre	Não
Argilito	46.800	33	1.544.400	80	66.5	biscoito	Ar livre	Não
Esmalte	3.888	700	2.721.600	85	4.5	biscoito	Sacos paleteizados	Tóxico
Corante	5	18.000	90.000	95	0.5	cor	Saco de papel	Tóxico

Quadro 03– Avaliação intermediária dos principais subprodutos, resíduos, efluentes e emissões na ICPR

Nº	Subprodutos, resíduos, efluentes e emissões	Quantidade anual em (t)	Custo da MP (R\$)	Custos com subprodutos, resíduos, efluentes e emissões (R\$)						Total	Destino
				Armazenagem	Tratamento	Transporte	Disposição	Subtotal	Valor de Venda		
1	Cerâmica defeituosa	1.876	35	2.000	---	3.000	---	---	70.660	170.920	Venda
2	Esmalte da pintura	3.888	700	17.800	6.000	6.257	---	2.751.657	---	2.751.657	70% lixo 30% reciclado
3	Resíduo secado	1.000	40	2.000	Não	3.000	---	45.000	---	45.000	reutilizado
4	Pallets	15	3.860	---	---	---	---	57.900	---	57.900	recuperado
5	Efluentes	750,81	---	---	---	---	---	---	---	---	solo
6	Pó perdido-preparação	313,1	33	7.500	---	6.000	2.000	15.500	---	134.323	20% recuperado 80% lixo
7	Pó moagem	3.359	33	7.500	---	6.000	2.000	15.500	---	141.847	lixo
8	EPI'S usados	2,1	23.463,70	---	---	---	---	64.924	---	49.273,7	lixo
10	Cerâmica quebrada	200	300	2.000	Não	3.000	---	65.000	20	1.300.000	Pavimentação
11	Estopas usadas	0,84	2.020	---	Não	Não	---	1.696	---	1.696	lixo
12	Tinta p/ carimbo (embalagem)	0,37	10.500	---	Não	Não	---	3.885	---	3.885	lixo
13	Resíduo de matéria prima	4.000	28	17.000	Não	2.800	---	131.800	---	131.800	meio ambiente
14	Resíduo de prensada	1.000	40	2.000	---	3.000	---	131.800	---	131.800	reciclado

Após estas informações, procedeu-se ao levantamento quantitativo de todos os dados existente da empresa e através de medições realizados pelo Ecotime, demonstrado nas Tabelas 6.7 e 6.8.

O quadro 02 apresenta o percentual incorporado no produto, finalidade da utilização, tipo de embalagem e se é ou não matéria-prima perigosa, utilizada na ICPR.

6.4 Aspectos e impactos dos processos produtivos

Com uma avaliação criteriosa das atividades realizadas pelo Ecotime, a metodologia do processo permitiu continuar com a identificação dos aspectos ambientais das atividades da empresa de cerâmica e os impactos ambientais, avaliando a sua gravidade.

As Tabelas 6.6 e 6.7 demonstram os critérios utilizados para definição da severidade para os aspectos de entrada, pontuando o grau de intensidade no exame da manifestação do impacto.

Tabela 6.6 – Graus de severidade para os aspectos ambientais de entrada (insumos) pelas etapas do fluxograma da ICPR

Insumos (água , energia)	
Consumo /mês	Severidade
Até 25% do consumo total	1
26 a 50% do consumo total	2
51 a 75% do consumo total	3
> 75% do consumo total	4

Fonte: CNTL (2002)

A Tabela 6.7 representa os graus de severidade dos aspectos ambientais de entrada estimadas em percentual de matéria-prima que entra no processo da preparação até a moagem.

Estas manifestações dos impactos devem ser identificadas, na entrada com o percentual de água e energia (insumos), matérias-primas sobre o consumo total por etapa do processo. O maior grau de severidade é representado pelo número 4 pois, mais de 75% de água e energia, utilizada

pela empresa, é consumida durante um mês, na etapa de um processo industrial.

Tabela 6.7– Graus de severidade para os aspectos ambientais de entrada (matérias-primas e materiais auxiliares), pelas etapas do fluxograma na ICPR

Matérias-primas e materiais auxiliares	
Consumo /mês	Severidade
Até 25% do consumo total	1
26 a 50% do consumo total	2
51 a 75% do consumo total	3
> 75% do consumo total	4

Fonte: CNTL (2002)

Para a severidade dos aspectos de saída, pontua-se conforme a Tabela 6.8, que descreve o grau de severidade dos impactos, considerando a capacidade do meio ambiente de suporta-los ou reverter seus efeitos, restabelecendo a condição original os eventos que afetam o meio ambiente, através de níveis de baixa, média ou alta intensidade. É suposto que não exista qualquer forma de controle destes impactos.

Tabela 6.8 – Graus de severidade para os aspectos ambientais de saída do fluxograma da ICPR

Nível	Descrição	Peso
Baixa	Eventos que afetam o meio ambiente, mas que através de uma ação simples imediata o potencial dano podem ser remediados	1
Média	Eventos que atingem o meio ambiente mas que através de ação simples imediata com a disponibilização de recursos e/ou apoio, remedia-se o potencial dano.	2
Alta	Eventos que têm a potencialidade de causar danos significativos ao meio ambiente.	3

Fonte: CNTL (2002)

A Tabela 6.9 representa a frequência com que surge a ocorrência do aspecto associado ao impacto em análise para os aspectos de saída.

O Quadro 03 permite identificar os aspectos ambientais de uma empresa a partir do fluxograma de processo. Foi utilizada a planilha de aspectos e impactos ambientais associados a esses aspectos. Essa metodologia foi desenvolvida e encontra-se detalhada no Manual do Centro Nacional de Tecnologia Limpa do Rio Grande do Sul (CNTL) e hoje atende todo o processo de PML. Esses procedimentos de graus de severidade já estão difundidos em vários países.

Tabela 6.9 - Probabilidade de ocorrência do impacto na saída

Nível	Descrição	Peso
Baixo	O aspecto ocorre esporadicamente, sem regularidade.	1
Médio	O aspecto ocorre freqüentemente (semanal, quinzenal, mensal) é planejado.	2
Alto	O aspecto ocorre continuamente, ininterruptamente.	3

Fonte: CNTL (2002)

Os graus de severidade e seus respectivos valores, são indicados pela multiplicação da manifestação do impacto e sua gravidade, conforme Tabela 6.10 a seguir:

Tabela 6.10 - Graus de importância dos aspectos ambientais

Importância	Gravidade
Critico	de 9 a 12
Médio	de 5 a 8
Baixo	abaixo de 5

Pela descrição do aspecto e severidade, é verificado se o aspecto ambiental das etapas do fluxograma da ICPR, está relacionado a um ou mais requisitos legais, cujo valor é atribuído conforme Tabela 6.11 .

Tabela 6.11 - Requisitos legais

Existem Requisitos	Valor
Sim	5
Não	0

As ações propostas com o objetivo de minimizar o impacto, são feitas através do controle do aspecto impactante, com os valores atribuídos conforme Tabela 6.12.

Tabela 6.12- Pontuação pelo uso da medida de controle

Medidas de controle	Valor
Sim, é eficaz e atende à legislação	0
Não é eficaz e não atende a legislação	3
Não existe	6

Ainda no mesmos Quadros 04, 05 e 06 as etapas do fluxograma são registradas com a numeração seqüencial (1,2,3,...,n) das operações do processo produtivo. Na coluna seguinte os aspectos ambientais de entradas e saídas, foram registrados e contemplados com o maior número de informações, considerando vazão, fluxo, tipos de substâncias dos impactos identificados mediante a entrada, como o uso de recursos naturais e de saída como a contaminação das águas e do solo e das partes interessadas de indivíduos ou grupos afetados pelo desempenho ambiental da empresa cerâmica Porto Rico.

Segundo (Hawken, 2000), a empresa que identifica seus aspectos ambientais, posteriormente deve medir seus insumos, matérias primas e consumo de energia, transformando este processo linear (fluxograma) em resultados tangíveis e intangíveis, para descobertas úteis e que diminuam o consumo e os riscos ambientais.

A metodologia PML contemplou com uma análise criteriosa das atividades e identificou os aspectos ambientais, possibilitando a recomendação de medidas adequadas para minimização e controle dos resíduos de preparação da matéria-prima, assunto principal de estudo de caso deste trabalho. Em seguida definiu-se o benefício ambiental e econômico, na cerâmica Porto Rico.

Caso os impactos em análise já possuam medidas de controle, a mesma deve ser registrada na matriz de avaliação de impactos ambientais. O resultado será dado pelo somatório do valor encontrado no item importância do impacto, valor atribuído a requisitos legais e medidas de controle, conforme a fórmula :

$$R = I + RL + MC.$$

Os impactos ambientais devem ser priorizados conforme o resultado da soma da importância do impacto, requisito legal e medida de controle. Quanto mais elevado for este valor mais significativo é o impacto em questão, devendo portanto ser controlado e monitorado dentro das diretrizes de um sistema de gestão ambiental, valendo-se dos dados apresentados conforme quadros 2 e 3 a seguir:

Quadro 04 - Planilha de aspectos e impactos ambientais na recepção de matéria-prima da ICPR

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade					Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (soma)tna R = I+RL+MC	Priorização	Medida de Controle		
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas sub.	Contaminação do ar	Incômodo a partes interessadas									
														Saídas	
														Entradas	
1	Recepção da matéria-prima														
	ENTRADAS														
	Argila	3					3	9	5	0	14	5	estocado		
	Argilito	3					3	9	5	0	14	5	estocado		
	Consumo de graxa	1					1	1	5	3	9	10	não		
	Epis	1					1	1	0	6	7	13	parcial com entrega		
	Consumo de estopas	1					1	1	0	6	7	13	não		
	Consumo de óleo lubrificante	1					1	1	0	6	7	13	não		
	SAÍDAS														
	Argila perdida no ar					1		2	5	6	13	6	não existe		
	Argilito perdido no ar					1		2	5	6	13	6	não existe		
	Argilito perdido no solo			1				2	0	6	8	11	não existe		
	Epis usados			1			1	1	5	6	12	7	lixo		
	Estopa com graxa e óleo			1			1	1	5	6	12	7	lixo		
	Argila perdida no solo			1			1	2	0	6	8	11	não existe		
2	Preparação da matéria-prima														
	ENTRADAS														
	Consumo de graxa	1					1	1	0	6	7	13	não tem		
	Consumo de óleo diesel	1					2	2	0	6	8	11	"		
	Consumo de óleo lubrificante	1					1	1	0	6	7	13	"		
	Estopas	1					1	1	0	6	7	13	"		
	Epis	1					1	1	5	3	9	10	"		
	SAÍDAS														

Quadro 05 - Planilha de aspectos e impactos ambientais no setor de secagem da ICPR

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade					Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3-Sim mas não atende 6-Não	Resultado (soma) R = I+RL+MC	Priorização	Medida de Controle
		Entradas		Saídas		Incômodo a partes interessadas							
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas sub.	Contaminação do ar								
3	Rejeitos pó					3	3	9	5	6	20	1	parte é enclausurada
	Emissão de gases					2	3	6	5	6	17	3	não tem
	Epis usados			1			1	1	5	6	12	7	lixo
	Estopa com graxa e óleo			1			1	1	5	6	12	7	lixo
	Secagem da mistura												
	ENTRADAS												
	Consumo de energia elétrica	1					3	3	5	3	11	8	controle tarifário
	Consumo de graxa	1					1	1	0	6	7	13	não
	Consumo de óleo lubrificante	1					1	1	0	6	7	13	almoxarifado
	Epis	1					1	1	5	3	9	10	parcial
	Consumo de gás natural	2					2	4	0	6	10	9	não
	Consumo de combustível	1					2	2	0	6	8	11	não
	Consumo de estopas		1				1	1	0	6	7	13	
	SAIDAS												
	4	Epis usados		1				1	1	5	6	12	7
Estopa com graxa e óleo			1				1	1	5	6	12	7	não
Perda de energia termica						3	3	9	5	6	20	1	não
Emissao de gases					2		3	6	5	6	17	3	não
Pó-rejeitos						2	2	4	5	6	15	4	reutilizado parcialmente
Óleo lubrificante residual			1				1	1	5	6	12	7	não
perda de energia elétrica			1				1	1	0	6	7	13	não
Moagem													
ENTRADAS													
Consumo de óleo diesel		1					2	2	0	6	8	11	não

Quadro 06 - Planilha de aspectos e impactos ambientais no setor de moagem da ICPR

Número da operação / etapa	Descrição do Aspecto	Severidade					Probabilidade (P)	Importância do Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-Não 5-Sim	Existe Medida de Controle? 0-Sim 3- Sim mas não atende 6-Não	Resultado (soma)R = I+RL+MC	Priorização	Medida de Controle
		Uso de Recursos Naturais	Contaminação das águas	Contaminação do solo e águas sub.	Contaminação do ar	Incomodo a partes interessadas							

	Consumo de energia elétrica	1					3	3	5	3	11	8	tarifário
	Consumo de estopas	1					1	1	0	6	7	13	não
	Martelos	3					1	3	0	6	9	10	não
	Consumo de graxa	1					1	1	0	6	7	13	não
	Epis	1					1	1	5	3	9	10	controle parcial
	Grelha	3					1	3	0	6	9	10	não
	Consumo de óleo lubrificante	1					1	1	0	6	7	13	não
	SAIDAS												
	Grelha gasta			1			1	1	0	6	7	13	não
	Peneirado grosso			2			3	6	0	6	12	7	reutilizado
	Residuo de pó						3	9	5	6	20	1	parte é reutilizaco/meio amiente
	Epis usados			1			1	1	5	6	12	7	não
	Estopa com graxa e óleo			1			1	1	5	6	12	7	lixo
	Martelos gastos			1			1	1	0	6	7	13	vendido
	Óleo residual lubrificante			2			1	1	5	6	12	7	não
	Perda de energia elétrica						1	3	0	6	9	10	não

Como foi descrito nos capítulos da Metodologia é ressaltado neste trabalho, o estudo de caso da Geração de pó, pela gravidade do seu impacto ambiental. Nessa seleção de caso, além deste impacto, existe grande quantidade de resíduo de matéria-prima, subproduto do pó, que são inevitáveis no processo a seco e que não são comercializadas.

Os impactos ambientais apresentados na Tabela 6.13 e estão de acordo com as atividades da Indústria Cerâmica Porto Rico, nos meios físicos, bióticos e antrópicos.

Tabela 6.13 - Impactos ambientais nos diferentes processos da Cerâmica Porto Rico

Atividades	MEIO		
	Físico	Biológico	Antrópico
Moagem	Poluição do ar (pó)	Destruição de nichos ecológicos	Doença ocupacional: Saturnismo e surdez profissional
Granuladores	Poluição do ar	Não	Não
Prensa	Resíduos sólidos (pó)	Não	Não
Secador	Uso de gás natural: efeito estufa	Não	Doença ocupacional provocada pelo calor
Aplicação de esmaltes	Poluição do solo	Contaminação e intoxicação da biota	Exposição da população metais pesados
Queima	Combustível Liberação de CO, CO ₂ Enxofre, ácidos etc	Não	Doença ocupacional provocada pelo calor

A Tabela 6.14 lista os impactos positivos e negativos gerados na Indústria de Cerâmica Porto Rico.

Tabela 6.14- Impactos positivos e negativos na indústria de cerâmica

Aspectos	Impactos positivos	Impactos negativos
Engenharia	Qualidade boa da cerâmica	Distúrbio no solo Poluição do ar Devastação de florestas
Saúde	Assistência médica	Presença de aerodispersóides (sílica), doença saturnismo
Social e cultural	Empregos gerados Ganhos financeiros	Baixos salários
Estética	Projeto de arquitetura	Distúrbio no solo (mineração)

6.5 Descrição do estudo de caso selecionado

Para demonstrar implementação da PML, foi considerada a perda de matéria-prima durante seu armazenamento, preparação, secagem, moagem e

formulação da preparação da matéria-prima (argila e argilito). Neste caso resulta em grande perda de matéria prima, por conta da exaustão ser deficitária e a falta de mais um filtro manga. A escolha do estudo de caso da perda da matéria prima no armazenamento e na preparação da massa argilosa, foi motivado pelas exigências legais e a possibilidade do seu reaproveitamento.

A determinação do foco para a avaliação de Produção Mais Limpa (perda de matéria-prima) na fase de planejamento, organização e a análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo, serviu também para basear o estudo de caso neste trabalho devido à grande quantidade de resíduos e emissões, às exigências do cumprimento dos dispositivos legais e grandes perdas econômicas. Em face do exposto, foi aceito como escolha de caso de estudo por todas as pessoas envolvidas.

Com base na análise anterior e na disponibilidade de recursos financeiros, o Ecotime e a empresa efetivaram a etapa que foi priorizada para a realização do balanço de massa.

No fluxograma as etapas do estudo de caso selecionado, são a da preparação da matéria- prima, secagem, moagem e formulação (áreas de incidência). Através do balanço de massa das entradas e na saída de cada etapa mencionada no fluxograma, iniciou-se análise quantitativa da matéria prima durante a mistura de argila com argilito e depois na saída desta mistura após ser prensada e pesada.

A metodologia neste caso, é reutilizar a argila com reciclagem interna. Com este processo, recuperam-se 80% da matéria prima tendo em vista a quantidade de pó retida nos filtros.

A recuperação pode ser feita no início do processo, se encerrando na moagem, pois a matéria prima não é contaminada com detritos de serragem, pedras, óleo, etc. que impedem a boa qualidade da cerâmica esmaltada.

Foram também realizadas, tarefas específicas como a análise econômica, principalmente o período de recuperação do capital (*payback*), o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno.

Esse estudo de caso enfoca as variáveis tecnológicas, ambientais, econômicas e de saúde ocupacional envolvidas no problema e relaciona as várias alternativas identificadas para resolver o problema associado ao caso,

descrevendo e definindo o tipo de alternativa adotada e os motivos da sua implantação ou não. A análise comparativa de entradas e saídas das etapas do fluxograma do estudo de caso selecionado foi realizada antes e depois da implantação das técnicas de Produção mais Limpa.

Todo o estudo de caso é composto de várias medidas, que foram descritas da forma detalhada, para que possam ser conhecidos os aspectos econômicos, ambientais e tecnológicos. A partir deste procedimento foi realizado o memorial de cálculo de todas as medidas que compõem o estudo de caso, incluindo o custo de modificação, custos operacionais da situação anterior e posterior à Produção Mais Limpa, bem como estudo dos benefícios ambientais e econômicos. O Quadro 6 apresenta o balanço de massa realizado antes da implantação da Produção Mais Limpa. O Quadro 7 apresenta a análise quantitativa ou balanço de massa, após a sua implementação, onde foram transformados após as medições, em valores para um ano. Estas medições foram realizadas com a empresa CPR produzindo normalmente, para se obter resultados confiáveis.

Foi reduzida a poluição atmosférica em 5.400 toneladas de pó de argila, reduzindo conseqüentemente, a quantidade de reclamações da comunidade.

Estas atividades de gestão ambiental na ICPR, com a redução da poluição aérea, demonstram a importância da empresa agir como elemento sócio-político, com a participação da comunidade.

Esta redução de poluição aérea além de benefícios ambientais, trouxe de imediato, redução de custos econômicos, como por exemplo, combustível, energia elétrica, matéria-prima (argila e argilito), graxa, tempo execução de serviço, tornando a empresa menos onerosa nos seus processos produtivos.

Quadro 7 – Análise quantitativa de entradas e saídas do processo antes da implantação do estudo de caso

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia		Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
Argila e argilito (72.000t) Estopas e EPI Graxa e óleo lubrificante	Não	Óleo diesel NM	1.Recepção da matéria-prima	Não	Argila e argilito perdido no solo EPI usado	Argila e argilito perdido no ar
			Armazenagem			
Marretas Graxa, estopas e EPI Óleo lubrificante	Não	Combustível Diesel- NM (não medido)	2.Preparação da matéria-prima	Não	Pó (1547,6 t) EPI usado	Não
			Mistura			
Graxa, estopas e EPI	Não	EE (9230,40kwh) Gás natural 523t diesel NM	3.Secagem da mistura	Não	Pó 1584 t EPI usado Resíduo de pó Estopa com graxa e óleo	(444,5 t)
			Mistura secada			
Graxa martelos do moinho NM estopas e graxas grelha peneirado grosso	Não	EE (39372 kwh)	4.Moagem	Não	Pó (1949 t) Óleo residual Martelos gastos Grelha gasta Estopa com graxa e óleo e EPI usado	Não
			Mistura moída			
Graxa e EPI Peneiras e estopas óleo lubrificante e água para umidificar	Não	EE (26357,76 kwh)	5.Formulação	Não	Pó (1410 t) Estopa com graxa e óleo EPI usado, peneira rasgada e peneirado grosso.	Não
			Mistura Formulada			

Quadro 8– Análise quantitativa de entradas e saídas do processo após a implantação do estudo de caso

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia		Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
Argila e argilito (72.000t) Estopas e EPI Graxa e óleo lubrificante	Não	Óleo diesel NM	1.Recepção da matéria-prima	Não	Argila e argilito perdido no solo EPI usado	Argila e argilito perdido no ar
			Armazenagem			
Marretas Graxa, estopas e EPI Óleo lubrificante	Não	Combustível Diesel- NM (não medido)	2.Preparação da matéria-prima	Não	Pó (1547,6 t) EPI usado	Não
			Mistura			
Graxa, estopas e EPI	Não	EE (9230,40kwh) Gás natural 523t diesel NM	3.Secagem da mistura	Não	Pó 1584 t EPI usado Resíduo de pó Estopa com graxa e óleo	(444,5 t)
			Mistura secada			
Graxa martelos do moinho NM estopas e graxas grelha peneirado grosso	Não	EE (39372 kwh)	4.Moagem	Não	Pó (1949 t) Óleo residual Martelos gastos Grelha gasta Estopa com graxa e óleo e EPI usado	Não
			Mistura moída			
Graxa e EPI Peneiras e estopas óleo lubrificante e água para umidificar	Não	EE (26357,76 kwh)	5.Formulação	Não	Pó (1410 t) Estopa com graxa e óleo EPI usado, peneira rasgada e peneirado grosso.	Não
			Mistura Formulada			

6.6 Medidas ambientais implementadas x resultados alcançados

Esse item apresenta os resultados das medidas ambientais que foram implantadas e os resultados obtidos.

Foi selecionado o estudo do desperdício da argila e argilito desde a preparação até a etapa de moagem. Mudança de *layout*, com investimentos em exaustores e novo filtro manga, de acordo com a Foto 6.1, viabilizou a recuperação de 80% da matéria-prima dispersa durante os processo de preparação da mistura e moagem das argilas.

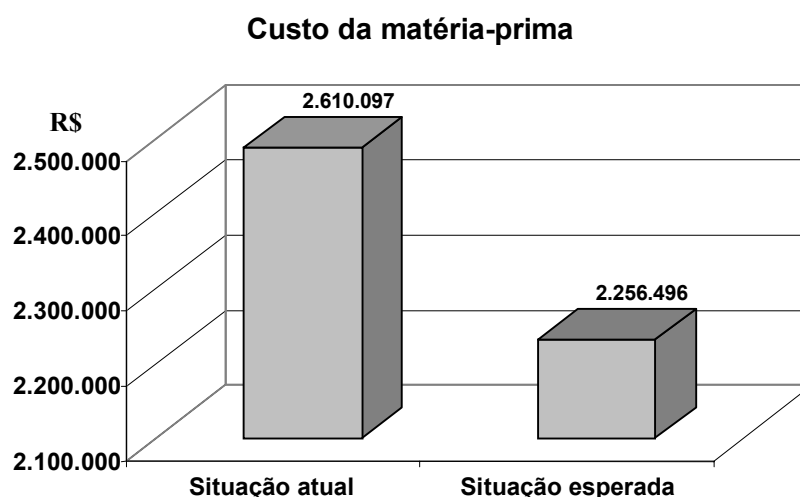
Foto 6.1 – Filtro Manga (retenção do pó da argila)



Outro benefício ambiental, na questão de ser uma empresa social, conforme Figuras 1.1 e 1.2 deste trabalho, foi resolvido com a participação da comunidade na questão da poluição aérea da ICPR. Houve avanços significativos, neste sentido de participação da população, mas nas outras questões como empresa sócio-política, a mesma não avançou, permanecendo desta forma ainda como uma empresa econômica.

Além desses benefícios, ainda houve um ganho econômico, como é possível verificar na Figura 6.2, a seguir.

Figura 6.2 - Gráfico da redução de custo na preparação e moagem da matéria-prima



Este benefício econômico da redução da matéria-prima, foi relativa à mesma quantidade produzida anualmente de cerâmica esmaltada, antes da aplicação da metodologia PML. Com o reaproveitamento do pó, a empresa não desperdiça a matéria-prima, produzindo mais cerâmicas com o mesmo volume de argila do início do processo de preparação e moagem, melhorando desta forma sua competitividade no mercado.

6.7 Avaliação técnica, econômica e ambiental

Todos os investimentos de grande porte requerem uma avaliação técnica-ambiental e já foi caracterizada no início do trabalho, quando da identificação dos aspectos e impactos ambientais. A avaliação técnica proposta neste trabalho no estudo de caso selecionado irá requerer mudanças de pessoal, operações adicional e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional de técnicos e de outras pessoas. As medidas para minimização dos resíduos e emissões na preparação da argila e argilito (matérias-primas) são as seguintes:

- Otimização dos parâmetros operacionais;
- Melhoria no sistema de manutenção;
- Ajuste de *layout* e de processo;
- Reuso e reciclagem interna.

As alternativas acima podem recuperar 80% da matéria prima retida nos filtros e no piso interno da empresa. O material em forma de aerodispersóides

se espalha pelos arredores da fábrica, atingindo as comunidades e adjacências.

O Quadro 09 apresenta os benefícios econômicos e ambientais, com os custos de modificação e operacionais antes e depois da PML. Os custos da geração de resíduos, energia mão de obra e matéria-prima foram calculados para o período de 12 meses de produção.

Observam-se, no quadro seguinte os dados que foram utilizados na análise de viabilidade econômica do estudo de caso escolhido.

Os custos de modificação referem-se à compra do filtro de manga e de dois exaustores. O custo operacional antes da PML representa os custos de produção utilizados no reaproveitamento da matéria-prima (argila). Os de modificação após o PML representa os custos de produção utilizados com a compra do filtro de manga, dos exaustores e com a manutenção.

O investimento inicial de R\$ 450.000,00, com um retorno em 1.99 anos e benefícios econômicos de R\$ 353.601,00 e benefícios ambientais de minimização dos recursos naturais com menos poluição ambiental, esta expressa no quadro 9.

A lucratividade de um projeto de Produção Mais Limpa é medida usando os fluxos de caixa incremental (entrada de caixa – saída de caixa) para cada ano da duração do projeto. A recuperação do investimento é o tempo necessário para a recuperação do desembolso do capital utilizado para iniciar o projeto. É conhecido também por período de retorno ou, segundo Weston (2002), o espaço de tempo em que as entradas líquidas de um investimento recuperem o custo de investimento (*payback*).

Quadro 09 - Dados para avaliação econômica anual da ICPR

- Custo da Modificação: Este processo inclui etapas até a formulação.		
Compra de filtro manga e 2 exaustores, incluindo manutenção dos existentes.		R\$ 450.000,00
	Total	R\$ 450.000,00
- Custo operacional antes da P+L: Este estudo de caso representa o desperdício de matéria prima, devido à insuficiência de exaustores. Os exaustores que existem funcionam precariamente. Este percentual de desperdício representa uma estimativa de 80% de MP nos filtros, na fábrica, solo e ar.		
Custos geração de resíduo	6.750t x R\$ 33= R\$ 222.750,00	
Energia	74.959 kWh/ano x R\$ 0,12 = R\$ 8 995,08	
Manutenção	R\$ 1.000,00	
Mão-de-obra	R\$ 1.352,00	
Custo da MP	72.000,00 x R\$ 33,00= R\$ 2 376 000,00	
	Total	R\$ 2.610.097,00
- Custo operacional depois da P+L: Com a otimização da matéria -prima, os custos permanecem praticamente os mesmos, mas a diferença é no melhor aproveitamento da matéria - prima. O custo de energia será acrescido.		
Custo da matéria-prima	66.600 t x R\$33= R\$ 2 197 800,00	
Geração de resíduo	1.350 t x R\$ 14,00= R\$ 18. 900,00	
Manutenção	R\$ 2.000,00	
Mão-de-obra	R\$ 1.352,00	
Energia	89.951 kWh/ano x R\$ 0,12= R\$ 10.794,10	
	Total	R\$ 2.256.496,00
- Benefício econômico R\$ 353.601,00 Melhor aproveitamento do resíduo do pó através de um sistema de exaustão apropriado.		
	Total	R\$ 353.601,00
- Benefício ambiental: Redução de aerodispersóides - poeiras de sílica livre. Neste estudo de caso, o principal benefício ambiental será a redução drástica de poeiras. Hoje, a fábrica libera poeiras que atinge a comunidade. Além de ter rigorosa fiscalização pelo órgão ambiental, a fábrica poderá ser interditada caso as providências não forem tomadas de acordo com este estudo de caso. Não foi possível quantificar a quantidade de poeira liberada no meio ambiente externo da fábrica. Em estudos feitos pelo órgão ambiental nesta empresa, os limites de poeiras no ar estão fora do limite permitido em lei.		

Período de recuperação de capital= investimento/fluxo incremental anual

Se, para o valor presente líquido (VPL) estimado a uma taxa de juro taxa mínima da atratividade, o resultado for superior a zero, o projeto apresenta rentabilidade. A fórmula geral para o VPL é a seguinte:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - II$$

FC_t = fluxo de caixa incremental no período t

k = custo de capital do projeto

II = investimento inicial de capital

n = quantidade de períodos da série de fluxos de caixa

A viabilidade econômica é freqüentemente o parâmetro chave que determina se um estudo de caso será ou não implantado. Esse é o aspecto mais relevante do estudo, uma vez que os empresários precisam, na maioria das vezes, do apoio financeiro para a execução de projetos necessários à modernização do empreendimento, com tecnologias mais apropriadas.

Também é de fácil percepção, os benefícios ambientais da PML. Como já foi dito, essa metodologia não prevê a reciclagem de “fim-de-tubo”. O princípio da PML é evitar o resíduo.

O principal benefício ambiental da metodologia Produção Mais Limpa na indústria de cerâmica esmaltada Porto Rico, foi à redução da poluição aérea de 5.400 toneladas por ano de argila em pó.

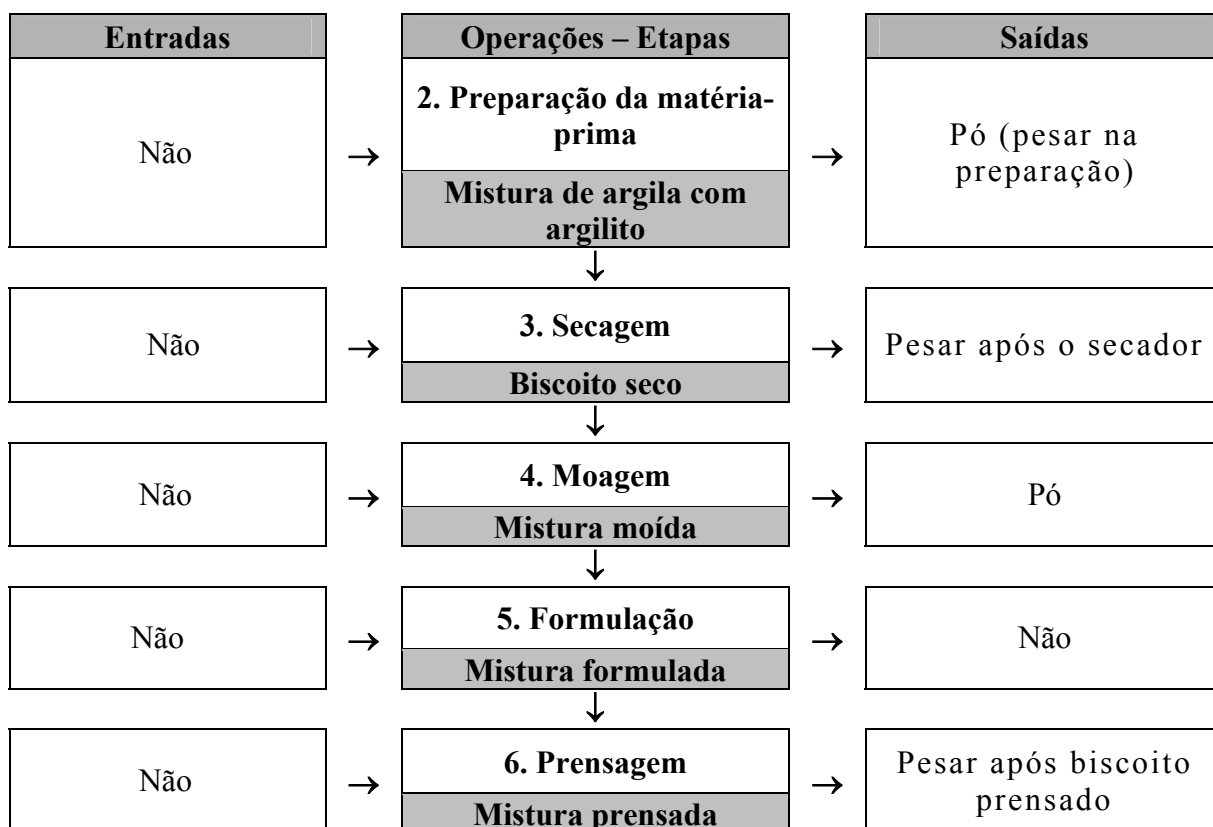
6.8 Monitoramento

Após a realização do levantamento de dados, da elaboração do balanço de massa e do conhecimento do fluxograma do processo, já é possível identificar qual a real necessidade de realizar o monitoramento a nível macro e identificar os pontos de medição.

A primeira etapa do monitoramento é a fase do planejamento, o processo e os parâmetros a serem medidos. A segunda etapa é a da preparação dos documentos, instrumentação, coleta de dados e exigências sobre segurança do trabalho e saúde. O passo seguinte é a implementação do monitoramento com os registros e observações dos procedimentos operacionais. Como última etapa, deve-se manter o registro e análise dos dados para um relatório, dando uma visão geral da investigação que englobe os objetivos, conclusões e recomendações. O plano de monitoramento facilita a identificação do desempenho ambiental, com a definição dos indicadores que deverão ser usados, uma vez que destinam-se a manter, acompanhar e dar continuidade ao programa. Os indicadores estabelecidos neste trabalho junto com o monitoramento, serão as ferramentas para o acompanhamento que será mantido na empresa. A Figura 6.3 apresenta os pontos de monitoramento e os parâmetros a serem monitorados para complementar o levantamento de dados em nível macro.

Na Figura 6.3 não existe a representação do monitoramento das entradas, só das saídas dos insumos e matérias-primas, quando podem existir perdas. Isto se deve ao fato de que naquele momento da PML, o Ecotime está direcionando as atividades apenas para o monitoramento das saídas.

Figura 6.3 – Plano de monitoramento da ICPR



6.9 Indicadores do programa PML

Os indicadores da área de gerenciamento, conforme o CNTL (2002) fornecem informações sobre a capacidade e os esforços da organização em gerenciar questões como treinamento, requerimentos legais, alocação de recursos, documentação e ações corretivas que podem ter influência no desempenho ambiental da empresa. Uma das condições de fazer e medir o desempenho de uma empresa quanto a sua sustentabilidade é que as elas possam tomar decisões baseadas em indicadores, que são instrumentos para quantificar e analisar informações técnicas e comunicá-las aos gerentes e grupos interessados. Vale ressaltar que um bom indicador alerta para um problema antes que o mesmo se agrave e deve indicar o que precisa ser feito para resolver tais problemas. Segundo a Norma 14004 (1996) requisito 4.42 - Medição e Monitoramento : “É recomendado que a identificação dos indicadores de desempenho ambiental apropriados para a organização seja um processo contínuo. Recomenda-se que tais indicadores sejam objetivos, verificáveis e reproduzíveis”

Os principais indicadores para prevenção da poluição identificadas no processo industrial relacionados ao desempenho ambiental, são :

- Valor das multas recebidas por ano, relativas a problemas ambientais;
- Quantidade de incidentes ambientais por ano;
- Quantidade de emissões atmosféricas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Quantidade de energia utilizada por tempo de moagem da argila;
- Número de queixas de comunidades por ano, relativos a problemas ambientais.

Quadro 10– Ficha de controle do indicador selecionado conforme monitoramento na ICPR

NOME DO INDICADOR: Quantidade total de matéria-prima perdida na preparação por biscoitos prensados		
Objetivo da adoção do indicador		
Verificar se o sistema de coleta de pó, (se os exaustores estão em pleno funcionamento). Verificar o novo sistema de <i>layout</i> dos exaustores e o sistema de coleta de pó (filtro manga). Verificar se há perdas da argila na moagem, inclusive geradora de multas ambientais.		
Descrição do indicador		
Indicador relativo :Quantidade de matéria-prima perdida por biscoito prensado.		
Ação a ser adotada ou procedimento a ser revisado para melhorar o índice do indicador		
Verificar por meio do órgão ambiental, concentrações dos poluentes no ar, através de análises efetuada por empresas especializadas, ou por análises interna pelo balanço de massa.		
Classificação e desenvolvimento da base de dados		
Verificar as notificações existentes e montar um banco de dados referentes aos resíduos sedimentados. Atualmente a empresa não monitora a perda de matéria-prima.		
Determinação dos recursos necessários		
Utilização da balança existente para medir entrada da matéria- prima, na mistura e saída no secador rotativo. (4 vezes no mês) Recursos humano. Verificar em peso a quantidade de biscoito secado e calcular a diferença entre entrada de matéria-prima e biscoito pronto em tonelada. 1 t de cerâmica = 74 m ² de cerâmica		
Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados		
Parâmetro	Frequência	Período
Perda de argila e argilito	2 vezes por mês para produção de um dia	Seis meses
Nome do responsável pela coleta de dados:		
Cargo: mecânico	Encarregado: da moagem	

Com base nos dados gerados, foi definido o indicador de quantidade de emissões geradas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como sendo o mais apropriado para o estudo de

caso específico na metodologia PML de perda de matéria-prima, conforme Quadro 10.

6.10 Avaliação do nível de Satisfação dos funcionários

Com a adoção da metodologia PML na ICPR, adotou-se um questionário que foi fornecido aos empregados, mantendo o anonimato dos mesmos, conseguiu-se verificar que o trabalhador da empresa está mais satisfeito com suas condições de trabalho e com a metodologia PML. Para a análise do grau de satisfação, foram incluídos diversos itens, tais como banheiros, alimentação, EPI's, cozinha, condições de trabalho, entre outros.

As Figuras 6.4 e 6.5, identificam como o trabalhador avalia suas condições de trabalho. Foram entrevistados 50 empregados de diversos níveis hierárquicos e setores da empresa.

Figura 6.4 - Gráfico da satisfação antes da implementação da metodologia PML

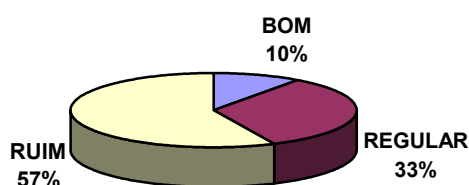
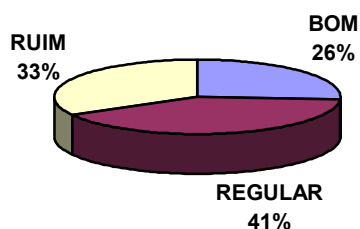


Figura 6.5 - Gráfico da satisfação depois da implementação da metodologia PML



Em todos os três níveis hierárquicos, houve aumento de satisfação no ambiente de trabalho.

6.11 Avaliação do nível de sensibilização da direção da empresa

A direção da empresa está consciente que a mesma é geradora de efluentes e de poluição atmosférica, recebendo reclamação da comunidade e realizando providências emergenciais tomadas com enclausuramento do pó e colocação de filtros. Durante a aplicação da PML, a empresa registrou melhorias na limpeza interna do galpão industrial. Alguns produtos tóxicos, como o chumbo, foram substituídos na utilização das fritas (revestimento da cerâmica).

A empresa considera significativo o desperdício da matéria-prima e a geração de ruído e calor após a sensibilização feita pelo Ecotime. A CPRH exigiu a instalação de filtros antipoluentes, protetores auriculares para os empregados e melhoria da iluminação interna da fábrica. A empresa não foi multada pela CPRH, mas recebeu um Termo de Infração, referente à poluição atmosférica. A definição dos objetivos e metas ficou mais evidenciada com a aplicação da metodologia PML.

Atualmente a empresa admite que os empregados estão mais conscientes, da necessidade de controlar os aspectos ambientais. Muitos empregados não têm conhecimento da legislação em vigor. A direção da empresa tomou conhecimento quanto à legislação ambiental através dos órgãos públicos Estaduais e do Ecotime.

A empresa definiu objetivos que irão atender aos órgãos públicos, como alterar o processo produtivo, tratar os efluentes, aproveitar resíduos e melhorar as condições de trabalho. Uma meta foi detalhada: a substituição de máquinas. Não existem metas detalhadas para reduzir os insumos. Atualmente esta em processo de implantação um novo filtro manga em circuito fechado, para recuperar a matéria-prima e reduzir os custos de produção. Nesse processo em implantação da PML houve uma melhoria sensível no que se refere aos aspectos de controle à poluição do ar e a motivação dos empregados. Foi registrado também a redução das reclamações dos vizinhos e as despesas com a destinação dos resíduos.

Além da implantação do processo de redução da matéria-prima, a empresa adotou também um programa de controle de energia elétrica. O Ecotime e a gerência de produção atribuíram responsabilidades aos encarregados de

diversos setores, quanto à questão ambiental, de segurança do trabalho e de prevenção de doenças.

A direção da empresa não estabeleceu prazos para conclusão dos programas propostos pela metodologia PML.

Este capítulo apresentou a situação da ICPR, quanto aos seus requisitos legais, o diagnóstico ambiental da empresa e seus respectivos aspectos e impactos ambientais, a descrição do estudo de caso com avaliação técnica e econômica e o resultado do questionário aplicado aos funcionários da empresa.

7. CONCLUSÕES

O desafio de proteger o meio ambiente é fazer com que a consciência ecológica nos setores industriais, seja plena e francamente aceita, como uma oportunidade de se atingir novos níveis de desempenho lucrativo.

È nesta perspectiva, que as empresas começam a adotar a lógica da prevenção da poluição. Foi escolhida para este trabalho de implantação da metodologia PML, a Indústria Cerâmica Porto Rico por se tratar de um setor representativo da Bacia do Pirapama em termos econômicos e também responsável por agressões ao meio ambiente. As reclamações das partes interessadas culminaram em penalidades legais, que motivou a empresa a iniciar um sistema de gestão ambiental, baseado na metodologia PML.

O objetivo do trabalho foi alcançado por adotar e mostrar a seqüência da PML ao alcance de outras empresas do mesmo setor cerâmico de moagem à seco.

Uma das indústrias do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes em São Paulo, a cerâmica CERAL, com as mesmas características da ICPR, conseguiu reduzir a poluição atmosférica em praticamente 100%, inclusive utilizando as alternativas escolhidas neste estudo de caso. Apesar do crescimento das tendências da PML, o controle de “fim-de-tubo” ainda vai continuar a fazer parte da preocupação das indústrias pelas próximas décadas.

A PML foi desenvolvida através de pesquisa na planta-piloto e o conhecimento ambiental interno e espaço externo da empresa. Além disto foi analisado sua estratégia tecnológica e competitiva, com os detalhes do processo para a fabricação da cerâmica esmaltada. Com este conhecimento ambiental específico da CPR, elaborou-se um levantamento da legislação em vigor para os devidos aspectos do processo.

Procurou-se entender o processo produtivo da empresa através do *lay-out* e do fluxograma de processo intermediário que descreve os componentes que fazem parte das atividades de fabricação das cerâmicas esmaltadas. Por este mecanismo foi possível determinar as entradas e saídas das etapas do processo, mostrando os setores com impactos mais significativos, para serem objeto de aplicação do programa PML.

Com o pré - diagnóstico, ampliou-se na empresa os conhecimentos do alvo dos estudos para as definições de Produção Mais Limpa. Baseados nestas informações, procedeu-se à análise do balanço de massa, permitindo avaliar a fonte, os tipos de resíduos e emissões geradas e suas quantidades. Entre as oportunidades de produção, o processo de moagem foi priorizado e com isto conseguiu-se uma atuação eficiente da empresa, pois as recomendações foram cumpridas.

Na etapa de execução das recomendações da PML, a empresa adquiriu um conjunto completo de filtros manga e sistema de exaustores, para eliminação do excesso de poeira na moagem. Neste estágio, além do estudo de viabilidade econômica do capital investido, a empresa já tinha durante a aplicação da metodologia PML, o conhecimento de uma outra empresa com *lay-out* similar em Santa Gertrudes (Pólo Cerâmico) em São Paulo, com os mesmos equipamentos que está sendo adquirido pela ICPR e que apresenta resultados previstos pela metodologia PML, com excelentes resultados de reaproveitamento da matéria -prima em conformidade com a legislação ambiental.

Os equipamentos adquiridos pela ICPR, são compostos de filtro manga e sistema de exaustores previamente dimensionado de acordo com o volume de espaço, disponível nos ambientes da fábrica. Durante este estudo de caso, a empresa priorizou sua atenção também para os impactos ambientais como ruído, providenciando o isolamento de algumas áreas, com o planejamento de melhor distribuição e uso dos equipamentos de proteção individual e a contratação de técnico de segurança do trabalho.

O monitoramento foi implementado, uma vez que a empresa tem hoje ciência dos resultados aplicados, para melhoria contínua do sistema de produção, em especial os aspectos mais significativos (poeira, ruído e calor).

O estudo de caso da poluição atmosférica causada pelo pó, como comentado anteriormente, foi escolhido para este trabalho, por se tratar de impacto significativo. Os demais estudos realizados na ICPR baseado na metodologia PML, tais com perda de esmalte, desperdício de água, redução do consumo de gás metano, cerâmicas defeituosas e uso de telas serigráficas, motivaram a empresa a fazer algumas modificações, como por exemplo:

- Reaproveitamento do calor perdido para secagem do biscoito prensado, permitindo uma economia de 15% do consumo mensal de gás metano, com benefício econômico anual de cerca R\$ 341.000,00/ ano;
- Boas práticas no uso de telas serigráficas, com a economia de oito telas mensais, ao custo de R\$ 100,00/ tela;
- Redução do consumo de água com o uso de bico de pressão regulando a saída de água das mangueiras, com benefício econômico de R\$ 2.300,00 /ano e benefício ambiental;
- Boas práticas no sistema de esmaltação, com redução em 20% de desperdício do esmalte combatendo os vazamentos, com benefício econômico de R\$ 89.000,00/ano;
- Compra de seis novos silos para melhor estocar a mistura pronta (argila e argilito) aumentando o tempo de maturação e melhorando a qualidade das cerâmicas, com benefício econômico de R\$ 487.800,00/ano;
- Compra de um britador para reduzir o tamanho das pedras de argilito, com a conseqüente substituição da mão-de-obra com uso de marretas, melhorando a segurança do trabalho e a economia de tempo, além da melhoria da qualidade da cerâmica, com benefício econômico incluído no item qualidade das cerâmicas;
- Substituição dos bicos queimadores de gás nos fornos, com uma redução de 5% do consumo de gás metano;
- Aumento do grau de sensibilização dos empregados e da gerência da empresa, uma vez que o Ecotime está sendo mantido e atuante;
- Melhoria da imagem da empresa na questão ambiental, inclusive com a renovação da licença de operação da CPRH;
- Início do processo de separação do lixo, antes descartado para o aterro da Muribeca. Com esta medida, a empresa está vendendo os resíduos sólidos, papéis, metais e revertendo o benefício financeiro e ambiental para os empregados, que já adquiriram um ar condicionado e um bebedouro, além da cobertura de despesas

com as festas de confraternização e melhoria das condições no refeitório;

- Uso de filtro prensa para o reaproveitamento dos efluentes do esmalte, fator de economia e conformidade, exigido pela CPRH e de benefício ambiental na redução de produtos tóxicos no solo.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se implantação na ICPR, dos demais passos previstos pela metodologia Produção Mais Limpa, porque existem muitas outras oportunidades, que só poderão ser cumpridas com a implementação de medidas mitigadoras. É importante que neste estudo de caso seja contemplado e realizado de forma multidisciplinar, pois as variáveis ambientais requerem tal abordagem.

Espera-se que os resultados positivos obtidos na Indústria Cerâmica Porto Rico sirvam de estímulo para que outras empresas do setor cerâmico e demais setores venham futuramente implantar a Metodologia Produção Mais Limpa, como instrumento de gestão ambiental, ou seja estímulo para pesquisadores, outra metodologia de um sistema de gestão ambiental como a Produção Limpa que é mais severa do que a PML e vai mais longe, representando estágio de excelência para a indústria que deseja aumentar seu grau de responsabilidade social e ambiental.

GLOSSÁRIO

ASPECTO AMBIENTAL: elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que podem interagir no meio ambiente (ISO 14000).

GESTÃO AMBIENTAL: é o processo pelo qual uma empresa controla seu impacto sobre o meio ambiente.

IMPACTOS AMBIENTAIS: qualquer mudança no meio ambiente resultante dos aspectos ambientais.

ISO (*International Organization for Standardization*): é uma federação mundial de entidades nacionais de normalização.

ISO 14000: é um grupo de normas que fornece ferramentas e estabelece um padrão de sistema de gestão ambiental.

LICENCIAMENTO AMBIENTAL: é um dos instrumentos exigidos para implantação de atividades.

LICENÇA PRÉVIA: autoriza a desenvolver o projeto do empreendimento de acordo com as normas ambientais.

LICENÇA DE INSTALAÇÃO: licença para construção do empreendimento de acordo com projeto aprovado.

LICENÇA DE OPERAÇÃO: Autoriza o empresário iniciar as atividades do estabelecimento.

MEIO AMBIENTE: é o conjunto de condições, leis influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. Lei 6938 de 31.08.81- Brasil.

ONG's: são organizações não governamentais de natureza privada, sem fins lucrativos, voltados para a preservação da natureza e prevenção, controle e combate à poluição.

POLÍTICA AMBIENTAL: “*Uma declaração pública das intenções e princípios de ação da organização com relação aos efeitos ambientais, fazendo surgir seus objetivos e suas metas*” (BS 7750 cláusula 3.13).

POLUIÇÃO: (Lei Federal n.º 6938/81): é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- crie condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afete desfavoravelmente a biota;
- afete as condições estética ou sanitária do meio ambiente;
- lance matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

POLUIDOR: é a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.

POLUENTE: é a substância que se encontra no meio ambiente como resultado das atividades antropogênicas e que tem efeito tóxico sobre os organismos vivos, mas que podem apresentar efeitos biológicos.

RECURSOS AMBIENTAIS: é a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, estuários, o mar territorial, o solo e o sub- solo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

RESÍDUOS: matérias-primas ou insumos não aproveitados ou desperdiçados nos processos produtivos. Os resíduos podem se apresentar sob forma sólida, líquida e/ou gasosa.

RESÍDUOS DE FORMA SÓLIDA: denominados genericamente resíduos sólidos.

RESÍDUO NA FORMA LÍQUIDA: denominados efluentes líquidos, ou simplesmente efluentes.

RESÍDUOS NA FORMA GASOSA: denominados emissões atmosféricas, ou simplesmente emissões.

SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL: descrição dos meios de atingir objetivos e metas ambientais (Norma BS 7750, cláusula 3.9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA INDUSTRIAL (ABC). [online] Disponível : [http:// www.abceram.org.br](http://www.abceram.org.br)

ABNT. NBR 14001. Sistema de Gestão Ambiental: especificações e diretrizes para uso. 1996

ABNT. NBR.14004. Sistemas de Gestão Ambiental. diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. 1996

AGENDA 21 DO ESTADO DE -PERNAMBUCO 2002 : Fórum Estadual da Agenda 21 de PE- Região Nordeste.

A QUESTÃO AMBIENTAL E A EMPRESA, Brasília, 1998, 240 p. edição SEBRAE.

AMBRECHT, JL. *ISO 14000-DIRETRIZES PARA LA IMPLANTATION DE UM SISIEMA DE GESTION AMBIENTAL*. ESPANA, FAENZA EDITRICE IBERICA SL 282 p, 199.

ANDREOLA NMF, et all MANFREDINI, T, PELLACANI GC, POZZI, P; ROMAGNOLI, M Recycling of ceramic wastes in tile bodies to reduce Pollution American Ceramic Society Bulletin 72(4) 65-70, 1993

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023 : Informação e documentação- Referências – Elaboração, agosto 2000

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. Rio de Janeiro. Editora Lúmen Júris. 2002, 901 p

BETALANFFY, Ludwing von; HEMPEL, Carl G.; BASS, Robert E.; JONAS, Hans. General system theory: a new approach to unity of science. Human Biology, [s. l.]: 23, n. 4, 1951.

BULHÕES, Felix . Em busca da qualidade. Editora Record. São Paulo. 1999, 264p

BIFFI, Giovannio. Defeitos de fabricação das placas cerâmicas Brasil : Editora Faenza Editrice do Brasil Ltda, 2000

BROWN, Lester. O Estado do Mundo. Rio de Janeiro. Editora Universidade da Mata Atlântida. 2000, 290 p

CAJAZEIRA, Jorge Emanuel R . ISO 14001- Manual de implantação. Rio de Janeiro. Editora Qualitymark, 1998.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 22º.2003,Joinville. Tecnologias Limpas: Livro de resumos. 2003

CERAMIC WORLD NEWS- *Saving Energy; the Press*, número 1,p.70-71,1991 bc Associação Brasileira de Cerâmica Industrial(1) 1996

CHRISTIE, Ian, ROLFE, Heater, LEGARD, Robin. *Cleaner production in Industry: Integration business goals and environment management. PSI-Policy Studies Institute, London ,1995.*

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA LIMPA (CNTL). Manual de Implantação do Programa de Produção Mais Limpa. Rio Grande do Sul, Apostila. 2001.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA LIMPA (CNTL). Guia da Produção mais Limpa. Rio de Janeiro, 2002

CYRO, Eyer do Valle. Como se preparar para as normas ISO 14000 São Paulo. Editora Guazzelli Casa Verde Ltda. 2001

CLAUDIO, Jair Rosa & EPELBAUM, Michel. Como ter um sistema de gerenciamento. São Paulo: Atlas .1998

LEVI, Cláudio de Freitas Pereira-.Produção mais Limpa como instrumento de gestão ambiental em industria de cerâmica esmaltada . Artigo do Congresso Brasileiro de engenharia sanitária e ambiental-2003 -Santa Catarina.

CRUZ, Tadeu. Sistemas, organização e métodos: estudo integrado das novas tecnologias de informação. São Paulo: Atlas, 1998.

D'AVIGNON, Alexandre. Normas ambientais ISO 14000 1996. 44 pág.

DONAIRE, Denis. Gestão Ambiental na Empresa . São Paulo. Editora Atlas. 1995

ELIAN, ALABI LUCI, GEOGRAFIA. O Homem no Espaço Global- São Paulo. Editora Saraiva.. 1997

ENIO, Viterbo Júnior. Sistema Integrado de Gestão Ambiental. São Paulo. Editora Aquariana Ltda 1998, 2243 pág.

FELLEBERG, G. Introdução aos problemas da poluição ambiental. São Paulo. Editora Pedagógica. 1997, 194p

FRESNER. Joanes. Ecoprofit, produção mais limpa e minimização de resíduos v1, Graz: Stenum Ltda., [s/d]

FURNARI.F, ET AL Manual de conservação de energia na indústria de cerâmica

FURTADO, R.C. Gestão Industrial. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2000, 202p

FURTADO, Marcelo Rijo. O Brasil assume compromisso com a Produção Mais Limpa. Química e Derivados, São Paulo, p. 34, agosto de 2002

GUIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA – Faça você Mesmo- Banco do Nordeste -2002

HAWKEN, Paul. Capitalismo Natural . São Paulo. Cultrix. 1999,358 p.

KINLAW, Dennis, C. Empresa Competitiva e Ecológica. São Paulo. Editora. Makron Books. 1997, 254 p.

LEMOS, Ângela D. A Produção Mais Limpa com geradora de inovação e competitividade, O caso da Fazenda Cerro do Tigre 1998 1v. Tese monografia do Programa de pós graduação em administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LEMOS, Ângela Denise da Cunha, Nascimento, Luis Felipe. *Cleaner Technologies and the Competitiveness.In: 7th INTERNATIONAL CONFERENCE OF MANAGEMENT OF TECHNOLOGY*, 1998 Orlando U.S.A Resumos e CD ROM. Orlando : IAMOT.1998.

MAIMON, Dália. ISO 14001 Passo a passo da implantação nas pequenas e médias empresas. Rio de Janeiro. Editora Quality Ltda. 1999, 86p

MOTA, Suetônio. Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2000, 416 p

MOTTA, Ronaldo Seroa da: Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília. 1998.

MOURA, Luiz Antônio. Qualidade e Gestão Ambiental. São Paulo. Editora Juarez de Oliveira. 2000, 228 p.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas e operacionais. 6.ed. São Paulo:Atlas, 1999.

PANINI, M. recycling waste water, ceramic world review 5,p.64-68,1992

SACHS, Ignacy. Eco Desenvolvimento : Crescer sem Destruir. São Paulo. Editora Vértice. 1996

SALIBA, Messias Tuffi. Higiene do Trabalho e Programa de Prevenção de riscos Ambientais. Editora Ltda. São Paulo. 1997, 242p

SCHALCH,V (1995): Atividades envolvidas no gerenciamento de resíduos sólidos. In: Tauk-Tornisielo, S. M. et. al. Analise ambiental: estratégias e ações. São Paulo: T.^a Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf/Rio Claro, Centro de Estudos Ambientais ,Unesp

SCHMIDHEINY, Stephan: Mudando o Rumo. Rio de Janeiro Editora da Fundação Getúlio Vargas. 1992, 368p

SHANCES, E.: Matérias -primas para a fabricação de fritas e esmaltes cerâmicos.

STONER, James A. F.; FREEMAN, R. Edward. Administração. 5. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 1999.

TIBOR, Tom., Feldman, Ira. ISO 14000 um guia para as normas de gestão ambiental. São Paulo. Editora Futura. 1996.

UNIDO /UNEP Manual (d) Cleaner Production Assesment Manual. Part Four. Phase V, Implementation, Draft, 30 June 1995d.

WESCOTT II, W.F. *Enviromental tecnology cooperation: A QUID PRO QUO FOR TRANSNATIONAL CORPORATION AND DEVELOPING COUNTRY*. *Columbia Journal of Word Bussiness*. V.27, n.3/4p.144-153.1992 *guide*

WESTON, J. Tred; BRIGHAM, Eugene F. Fundamentos da administração financeira. Trad. Sidney Stancatti; revisão técnica Fabio Gallo Garcia e Luiz Alberto Bertucci. São Paulo. Editora Makron Books. 2000.

YIN, Robert K. *Case Study Research: Desing and methods* . Thousands Oaks: SAGE 1994.

APÊNDICE 1

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA PORTO RICO ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.

1) Você trabalha na indústria de cerâmica porque:

☐ Gosta ☐ Não sabe fazer outra coisa ☐ Não teve outra opção

Comentários:

2) Condições de trabalho oferecidas pela empresa :

☐ Boas ☐ Regulares ☐ Ruins

Comentários:

3) A empresa oferece material suficiente e de boa qualidade para você melhor produzir?

☐ Sim ☐ Não ☐ Nem sempre

Comentários:

4) Você considera o trabalho de segurança na empresa:

☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim

Comentários:

5) A alimentação oferecida pela empresa o satisfaz?

☐ Sim ☐ Não ☐ Nem sempre

Comentários:

6) Especificando sobre as instalações da Empresa:

Cozinha:

☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

Comentários:

(7) Higiene nas instalações

☐ Boas ☐ Regulares ☐ Ruins ☐ Desnecessárias

Comentários:

(8) Palestras do seu interesse

Comentários:

9) Como você avalia seu grau de participação nos eventos promovidos pela empresa (ex: produção mais limpa ; segregação do lixo

☐ Bom ☐ Regular ☐ Não participa

Comentários:

10) As exigências da empresa quanto à limpeza e organização da Indústria

☐ Boas ☐ Regulares ☐ Sujos

Comentários:

11) Fornecimento de fardamentos e uso de EPI's:

☐ Boas ☐ Regulares ☐ Insuficientes

Comentários:

12) Como é seu relacionamento com os colegas no trabalho:

☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim

Comentários:

APÊNDICE 2

QUESTIONÁRIO APLICADO Á DIREÇÃO DA EMPRESA SOBRE SITUAÇÃO AMBIENTAL DA EMPRESA CERÂMICA PORTO RICO

BLOCO 1 - CULTURA AMBIENTAL DA EMPRESA

1- *Quais são as atividades, (produtos ou serviços que podem interagir com o meio ambiente)?*

2- *Nas atividades rotineiras, os empregados da empresa revelam consciência quanto aos aspectos ambientais que o trabalho de cada um deles envolve?*

3 - *Os contratados (terceirizados e fornecedores) da empresa têm consciência de que suas atividades envolvem aspectos ambientais significativos?*

4 - *Já realizou ações de proteção ambiental com vistas a conquistar clientes?*

5 - *Já sugeriu a seus fornecedores e terceirizados alguma providência no campo da proteção ambiental?*

6 - *Caso considere que a empresa não gera problemas ambientais para a comunidade, em que você se baseia para fazer esta afirmação?*

BLOCO 2 - ASPECTOS AMBIENTAIS

1 - *Que aspectos ambientais de sua empresa você considera significativos?*

2 - *Que procedimentos adotou para identificar os aspectos ambientais considerados significativos?*

3 - *Algum órgão público (Ministérios da Saúde ou do Trabalho, IBAMA, órgão estadual ou municipal de meio ambiente etc.) já exigiu a correção de aspectos ambientais de sua empresa?*

4 - *O cumprimento de exigências feitas por órgãos públicos levou a empresa a definir objetivos e metas ambientais?*

5 - *Mantém atualizadas as informações sobre os aspectos ambientais de sua empresa?*

6 - *Os empregados estão conscientes da importância de se controlar determinados aspectos ambientais da empresa?*

BLOCO 3 - LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

1 - *Que normas legais você conhece, aplicáveis aos aspectos ambientais de atividades, produtos ou serviços da empresa?*

2 - *Você se mantém atualizado quanto à legislação ambiental. Como toma conhecimento e onde obtém a legislação?*

3 - *Onde você guarda a legislação em vigor?*

4 - *Os funcionários conhecem e têm acesso à legislação aplicável aos aspectos ambientais da empresa?*

BLOCO 4 - CONTROLE DE ASPECTOS AMBIENTAIS

1 - *Já definiu algum objetivo ambiental em atendimento a exigência de órgão público?*

2 - *Chegou a detalhar metas para atingir algum objetivo estabelecido?*

3 - *Estabeleceu metas para reduzir a quantidade de insumos em sua empresa?*

4 - *Se a empresa atingiu metas de redução de insumos, pôde calcular o quanto isso representou na diminuição dos custos de produção?*

5 - Se você atingiu metas de redução de insumos, pôde perceber benefícios como a redução da poluição do ar, da água, do solo, e da geração de lixo?

--

6 - Caso tenha ocorrido redução da poluição e do lixo, que efeitos positivos você pôde perceber?

--

7 - Que programas a empresa já promoveu para baixar custos?

--

8 - A alta administração atribuiu responsabilidades em cada função pertinente da empresa, com vistas a atingir objetivos e metas ambientais?

--

9 - Foram fornecidos os meios para execução de cada programa promovido pela empresa?

--

10 - Foram estabelecidos prazos para execução de cada programa?

--