

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PROPOSTA DE MELHORIAS DE PROCESSO PARA INDÚSTRIA DE  
CERÂMICA DE CAMPO LARGO, PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2011

EDUARDO BILK DE ATHAYDE

**PROPOSTA DE MELHORIAS DE PROCESSO PARA INDÚSTRIA DE  
CERÂMICA DE CAMPO LARGO, PARANÁ**

Trabalho de conclusão de Curso apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Tecnologia em Processos Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito para obtenção do título de tecnólogo.

Orientador: Professor Doutor Marcelo Real Prado, DAQBi.

CURITIBA

2011

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**EDUARDO BILK DE ATHAYDE**

## **PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL PARA AS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA DE CAMPO LARGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de TECNÓLOGO EM PROCESSOS AMBIENTAIS do Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) do Câmpus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR e **APROVADO** pela seguinte banca examinadora:

**Membro 1 – PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. LETICIA KNECHTEL PROCOPIAK**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Departamento Acadêmico de Química e Biologia

**Membro 2 – PROF<sup>a</sup>. KARINA GUEDES CUBAS**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Departamento Acadêmico de Química e Biologia

**Orientador – PROF. DR. MARCELO REAL PRADO**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Departamento Acadêmico de Química e Biologia

**Coordenadora de Curso – PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. VALMA MARTINS BARBOSA**

Curitiba, 23 de novembro de 2011.

## RESUMO

A cidade de campo largo destaca-se, na região metropolitana de Curitiba, por ser um pólo industrial cerâmico. Assim como muitas outras cidades brasileiras, Campo Largo possui muitas empresas familiares, nas quais filhos seguem os passos do pai no ramo cerâmico. A problemática se desenvolve ao passo que o distanciamento do conhecimento acadêmico causa perdas evitáveis de processo, falta de controle, falta de procedimento, falta de capacitação de profissionais, até pela volatilidade do mercado.

Ao acompanhar um projeto feito junto a uma rede de Apoio aos Arranjos Produtivos Locais (APL) foi possível fazer um estudo de caso e detectar melhorias percebidas com a implantação de práticas de gestão ambiental, gestão de resíduos e controle de perdas de processo. Foi possível aumentar a rentabilidade nas peças, melhoria na qualidade e reprodutibilidade da produção. Além de diminuir o consumo de água da rede de abastecimento na empresa, também foram implantadas a segregação e destinação dos resíduos mais adequados, ajustados para a realidade da empresa estudada.

Palavras chaves: Cerâmica, Gestão ambiental, Campo Largo.

## ABSTRACT

Campo Largo, one of the references in ceramics production, stands in the metropolitan region of Curitiba. Like many other Brazilian cities, Campo Largo has many familiar businesses, in which children follow his father's footsteps in ceramic factoring. The problem goes on while the distance of the scholarship provokes preventable causes of looses in the process, lack of control, lack of procedure, lack of professional training, even by market volatility.

By join a project done with a network of support to Local Productive Arrangements (LPA) it was possible to do an study-case and detect improvements realized with the implementation of environmental management practices, waste management and control of process looses. It was possible to increase profitability in the final product, improving the quality and reproducibility of production. In addition it was possible to reduce consume of water from water supplier, were also implemented the segregation and disposal of waste most appropriate, adjusted to the reality of the company studied.

Keywords: Ceramics, Environmental Management, Campo Largo.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA DO BRASIL CATEGORIZADAS POR SEUS RESPECTIVOS SETORES FONTE: ABC, 2002. ....	11
FIGURA 2 - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. FONTE: COMEC, 2009. ....	12
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE CERÂMICA. FONTE: CETESB, 2004.....	21
FIGURA 4 - ESQUEMA DE MOINHO DE BOLAS. FONTE: SEMCO, 2002. ...	22
FIGURA 5 - ALIMENTAÇÃO DE CERÂMICA NO FORNO CERÂMICO TIPO TÚNEL. ....	25
FIGURA 6 - COMPRIMENTO DE FORNO CERÂMICO TIPO TÚNEL.....	25
FIGURA 7 - CICLO PDCA. FONTE: ABNT ISO 14001/04.....	29
FIGURA 8 - HIERARQUIA DE UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL E CONTROLE DE POLUIÇÃO INDUSTRIAL. FONTE: BARBIERI (2004). ....	30
FIGURA 9 - ETAPAS DA PRODUÇÃO LIMPA. FONTE: GREENPEACE, 1997. ....	31
FIGURA 10- FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DE PML. FONTE: CNTL, 2001.....	33
FIGURA 11 - LINHA DE PRODUÇÃO DA EMPRESA NO DIA DA PRIMEIRA VISITA. ....	40
FIGURA 12 - MELHORIA NA ORGANIZAÇÃO DA LINHA DE PRODUÇÃO APÓS OS MINI CURSOS. ....	41
FIGURA 13 - LINHA DE POLIMENTO DA EMPRESA COM PROBLEMAS DE ERGONOMIA.....	42
FIGURA 14 - MISTURADORES E ESTOQUE DE PEÇAS. ....	42
FIGURA 15 - NOVA ORGANIZAÇÃO DO ESTOQUE.....	43
FIGURA 16 - DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA EMPRESA ANTES DOS MINI CURSOS.....	44

FIGURA 17 - ANTIGO ESPAÇO DESTINADO A DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	44
FIGURA 18 - DECANTADOR MONTADO PELO PRÓPRIO EMPRESÁRIO PARA TRATAMENTO DA AGUÁ DE CHUVA. ....	45
FIGURA 19 - DISPOSIÇÃO DOS PRODUTOS NA LOJA DA FÁBRICA. ....	46
FIGURA 20 - FORNO A GÁS PARA QUEIMA DAS PEÇAS.....	47

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1. PRODUÇÃO DE CERÂMICA.....	10
1.1.1. <i>IMPACTOS AMBIENTAIS</i> .....	11
1.2. ÁREA DE ESTUDO - CAMPO LARGO - PR.....	12
1.3. CURSOS PARA APL DE CAMPO LARGO – PR.....	13
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
3.1. OBJETIVO GERAL.....	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
4.1. INDÚSTRIA DE CERÂMICA.....	16
4.2. MATÉRIA PRIMA.....	16
4.2.1. <i>MATÉRIAS-PRIMAS PLÁSTICAS</i> .....	17
4.2.1.1. ARGILAS.....	17
4.2.1.2. CAULINITA.....	17
4.2.1.3. CAULIM.....	18
4.2.1.4. TALCO.....	18
4.2.1.5. FILITO.....	18
4.2.2. <i>MATÉRIAS-PRIMAS NÃO PLÁSTICAS</i> .....	19
4.2.2.1. QUARTZO.....	19
4.2.2.2. FELDSPATO.....	19
4.2.2.3. CALCITA.....	20
4.3. PROCESSO PRODUTIVO.....	20
4.3.1. <i>MOINHO DE BOLAS</i> .....	21
4.3.2. <i>FORNO</i> .....	23
4.3.2.1. FORNOS TIPO TÚNEL (ZONAS).....	24
4.3.2.2. FORNOS INTERMITENTES.....	26
4.4. GESTÃO AMBIENTAL.....	26
4.4.1. <i>ABNT ISO 14001</i> .....	28
4.4.2. <i>PRODUÇÃO LIMPA</i> .....	30
4.4.3. <i>PRODUÇÃO MAIS LIMPA</i> .....	32

4.4.4. PRODUÇÃO ENXUTA .....	33
4.4.4.1. KANBAN.....	34
4.4.4.2. MANUFATURA CELULAR.....	34
4.4.4.3. 5S.....	34
4.4.4.4. SETUP RÁPIDO.....	35
4.4.4.5. INSPEÇÃO AUTÔNOMA .....	35
4.4.4.6. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL .....	36
4.4.4.7. POKAYOKE.....	37
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
5.1. CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL .....	38
5.2. APLICAÇÃO DE NOVAS PRÁTICAS .....	38
5.3. MÉTODO DE TRABALHO.....	39
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
6.1. NOVAS PRÁTICAS.....	47
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem, existindo a cerca de dez a quinze mil anos. É um material de imensa resistência, sendo freqüentemente encontrado em escavações arqueológicas.

Assim a história desse material acompanha a história do homem, sendo hoje a cerâmica muito utilizada como matéria-prima constituinte de diversos instrumentos domésticos, da construção civil, como material plástico nas mãos dos artistas e até mesmo em tecnologia avançadas.

### 1.1. PRODUÇÃO DE CERÂMICA

No Brasil o setor cerâmico tem uma participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro na ordem de 1% (ABCeram, 2002). A Tabela 1 ilustra os principais segmentos do setor, classificados pelo valor anual de sua produção:

Segmento	Valor da Produção (1.000 US\$ / Ano)
Cerâmica Estrutural (Vermelha)	2.500.000
Revestimentos (pisos e azulejos)	1.700.000
Matérias Primas Naturais	750.000
Refratários	380.000
Cerâmica Técnica, Especiais, outras	300.000
Sanitários	200.000
Louça de Mesa e Adorno	148.000
Fritas, Vidrados e Corantes	140.000
Matérias Primas Sintéticas	70.000
Cerâmica Elétrica	60.000
Equipamentos para Cerâmica	25.000
Abrasivos	20.000
Total do Setor	6.293.000

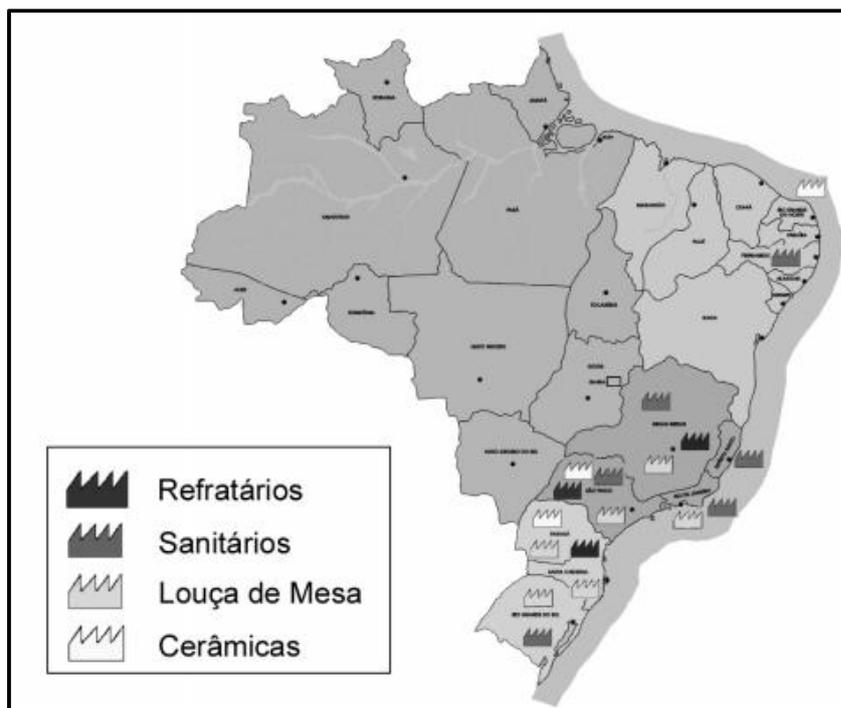
Quadro 1 – Valores da Produção em 1.000 US\$/ano por cada seguimento do setor cerâmico. Fonte: ABCeram, 2002.

Percebe-se que a indústria de construção civil é a maior consumidora de cerâmica, já que 66,7% dos valores se encontram no ramo de cerâmicas Estruturais (vermelhas) e de revestimento, também nota-se um valor significativo no setor de produção de matérias-primas Naturais com 11,9% do montante total de produção anual.

O quadro 1 ainda mostra que o ramo da cerâmica branca (sanitários e

louça) não supera a produção anual do setor de refratários, os quais possuem uma participação na produção de 6% contra 5,5% do ramo de cerâmica branca.

A Figura 1 mostra a distribuição das indústrias de cerâmica no país, discernindo-as em alguns setores: Refratários; sanitários; louça de mesa e cerâmicas.



**Figura 1 – Distribuição das principais indústrias de cerâmica do Brasil categorizadas por seus respectivos setores Fonte: ABC, 2002.**

As principais indústrias de cerâmica do país estão concentradas na região sul e sudeste, principalmente, devido a características físicas do solo dessas regiões que propiciam a extração das matérias primas necessárias para a sustentação, com menor custo, do processo fabril, já que a questão logística é favorecida.

### **1.1.1. IMPACTOS AMBIENTAIS**

Os impactos ambientais da indústria de cerâmica variam de acordo com o porte da empresa, assim como as medidas de correção para os impactos, basicamente estes se resumem a emissões atmosféricas, causada pela queima no forno; efluentes líquido, causados pela lavagem das mesas de

moldagem e tratamento de superfície da peça e, também, resíduos sólidos como o gesso que é gerado numa grande proporção (GRIGOLETTI, 2001).

## 1.2. ÁREA DE ESTUDO - CAMPO LARGO - PR

O presente trabalho foi realizado em uma indústria do ramo cerâmico da cidade de Campo Largo – Paraná, inserida na Região Metropolitana de Curitiba-PR (RMC) (Figura 2). Sua população é de 112.548 habitantes, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 12.277,00 (IBGE, 2007) e possui um solo rico em Caulim e Argila, o que favorece um desenvolvimento notável no setor de cerâmica.



Figura 2 - Região Metropolitana de Curitiba. Fonte: COMEC, 2009.

O parque industrial cerâmico de Campo Largo destaca-se nacionalmente como um dos mais importantes pólos do setor, sendo responsável pela fabricação de 90% da porcelana vendida no mercado interno. Muitas indústrias estão inseridas no mercado internacional, exportando para países como Estados Unidos, Argentina, Itália, Inglaterra, Alemanha, Suíça e Dinamarca (Rede APL, 2005).

Nota-se que um grande grupo de indústrias do ramo é enquadrado como micro ou pequenas empresas, principalmente no setor de louças de mesa.

Grande parte dos trabalhadores começa a estabelecer contato com a produção de artefatos cerâmicos cedo, ajudando a família, e por isso, muitos também, não dispõem de instrução acadêmica para traçar um procedimento de gestão industrial. A ferramenta de gestão ambiental vem neste âmbito para trazer, de uma forma sistemática, uma melhora para o ambiente laboral, bem

como a adequação de algumas indústrias com a legislação em vigor.

### **1.3. CURSOS PARA APL DE CAMPO LARGO – PR**

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná estabeleceu um programa para auxiliar os empresários do ramo de cerâmica da cidade de Campo Largo, PR. Para a organização do curso foram realizadas visitas técnicas às empresas participantes da APL Campo Largo. Nas visitas os empresários foram entrevistados para estabelecer quais eram as maiores necessidades e dificuldades no processo fabril com a finalidade de atender as expectativas e direcionar as informações para eles.

Foram ministrados cursos sobre a produção de cerâmica, gestão financeira e ambiental, segurança do trabalho e 5S. E ao fim de cada curso um empresário era escolhido para ser acompanhado na aplicação das melhorias proposta no respectivo curso.

## 2. JUSTIFICATIVA

Uma realidade brasileira são as empresas familiares, que segundo DONATTI (1999) possuem uma problemática que está nos vários aspectos relacionados ao estilo de gerenciamento adotado por tais empresários, entre os quais se destacam: baixo nível de profissionalização, problemas de sucessão, o papel a ser assumido pela mulher na relação empresa-família e o planejamento da mesma.

O que foi observado é que a empresa deste estudo não possui orientação acadêmica, justamente por que seu empresário a herdou. Este trabalho justifica-se por suprir esta carência do maior ramo industrial da região de Campo Largo, o setor cerâmico.

O sistema proposto alia as necessidades reais e legais com as teorias acadêmicas, de forma que o projeto a torne mais viável e de fácil compreensão e aplicação até para os empresários que, por qualquer motivo, não puderam ter acesso a literatura e a formação especializada.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.OBJETIVO GERAL**

Realizar um estudo de caso com a indústria de cerâmica da APL de Campo Largo sobre alternativas para a gestão de produção, com a finalidade de melhorar suas condições de operação e destinação de resíduos, bem como, mapear e minimizar perdas no processo produtivo.

#### **3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar visitas técnicas as empresas para mapear as principais dificuldades ambientais;
- Propor melhorias e expor ferramentas de gestão para melhora de processo;
- Propor melhorias na gestão dos resíduos da empresa;
- Aplicar melhorias no controle de processo da empresa através do acompanhamento na implantação das melhorias propostas;
- Proporcionar um ambiente laboral mais ergonômico e organizado;

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. INDÚSTRIA DE CERÂMICA

Por definição um processo cerâmico trata-se do ato de expor materiais inorgânicos, não metálicos, a um tratamento térmico (ABCeram, 2002).

Cerâmica ou materiais cerâmicos compreendem todos os materiais de emprego em engenharia ou produtos químicos inorgânicos, excetuando todos os materiais e suas ligas, que ficam utilizáveis geralmente pelo tratamento térmico em temperaturas elevadas (ACS, 2011).

Devido à amplitude dessa definição e o avanço da tecnologia os diversos ramos da indústria de cerâmica foram se definindo e hoje eles se dividem, basicamente em (CETESB, 2004):

- Cerâmica Vermelha: materiais com cor característica que nomeia a subclasse, dentre eles encontram-se, por exemplo, tijolos, blocos, telhas, lajes e tubos cerâmicos.
- Materiais de Revestimento: usados normalmente no revestimento de pisos, paredes e bancadas na construção civil.
- Cerâmica Branca: a mais variada das subclasses, dentro dessa incluem-se louças de mesa, sanitária e algumas cerâmicas artísticas.
- Materiais Refratários: nesta subclasse estão os materiais que suportam altas temperaturas, muito usado nos processos industriais.
- Vidro, Cimento e Cal: por possuírem diversas peculiaridades muitas vezes são excluídos da classificação de produtos cerâmicos, porém, por definição, estão de fato incluídos no grupo.

### 4.2. MATÉRIA PRIMA

As matérias primas no setor de cerâmica são divididas de acordo com a função que elas exercem. São divididas em matérias-primas plásticas e não plásticas (ABCeram, 2010).

#### **4.2.1. MATÉRIAS-PRIMAS PLÁSTICAS**

Responsáveis por conferir ao corpo cerâmico plasticidade e resistência a altas temperaturas, as mais usadas no ramo são: argilas, caulins, talcos e filitos (ABCeram, 2010).

##### **4.2.1.1. ARGILAS**

Argila é um material natural, de textura terrosa, de granulação fina, constituída essencialmente de argilominerais, podendo conter quartzo, mica, pirita, hematita e matéria orgânica. Os argilominerais são, essencialmente, silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, porém em determinadas regiões ainda podem apresentar ferro, potássio e lítio em sua estrutura. A presença de tais elementos se deve às condições químicas e físicas do solo, bem como a condição climática da região (IBGE, 2007).

O que diferencia estes argilominerais são as substituições que podem ocorrer na estrutura, alumínio/magnésio, alumínio/ferro, silício/alumínio e silício/ferro, e a neutralização das cargas residuais geradas pelas diferenças de cargas elétricas dos íons, causada pela substituição. Dessa forma, na caulinita a substituição não ocorre com frequência considerável, na substituição que ocorre na illita o cátion neutralizante é o potássio; na montmorilonita os cátions neutralizantes podem ser sódio, cálcio ou potássio. Isto implica em diferenças nas características e, conseqüentemente, interesse para as diversas aplicações tecnológicas (MUGGLER et al., 2005).

A conformação da estrutura dos argilominerais configura, na presença de água, características importantes para a produção de cerâmica como plasticidade, endurecimento após secagem (retração linear de secagem), compactação e viscosidade. Esta última é responsável pela capacidade de modelar sem a quebra ou modificações na configuração da cadeia. Os principais argilominerais são caulinita, illita e esmectitas (Montmorilonitas) (IBGE, 2007).

##### **4.2.1.2. CAULINITA**

A caulinita é a argila mineral mais utilizada na indústria cerâmica (REDE

APL, 2010). É usada na fabricação de cerâmica por possuir uma elevada capacidade de troca de cátions (CTC), aumentando a plasticidade e conseqüente apresentando facilidade de moldagem da massa; são usadas também para aumentar a resistência mecânica da massa a cru (IBGE, 2007).

#### **4.2.1.3. CAULIM**

É uma argila que queima na cor branca, constituída, principalmente, por minerais do grupo da caulinita. Existe certa variação nas cores dos caulins naturais: branca, creme, amarela, rosa. No Brasil, as cores do caulim beneficiado são geralmente as mesmas cores naturais. Após queima em temperaturas superiores a 1000°C, os caulins beneficiados apresentam cores brancas ou claras e ficam duros, sem vitrificarem totalmente (ABCeram, 2010).

O caulim possui teor de alumina mais elevado que as demais argilas, sendo por esta razão, usado na massa de porcelana elétrica, para aumentar a resistência mecânica da peça após queima.

#### **4.2.1.4. TALCO**

Talco é um silicato de magnésio hidratado contendo, aproximadamente 31,8% de óxido de magnésio, 63,5% de óxido de silício e 4,7% de água (CETEM, 2005).

O talco é o principal constituinte em massa para a fabricação de isoladores elétricos de alta frequência, possui baixo coeficiente de dilatação térmica, por isso também é utilizado na massa dos materiais refratários. Também se encontra em aplicação juntamente com feldspato na fabricação de corpos vítreos e semivítreos (ABCeram, 2010).

#### **4.2.1.5. FILITO**

Rochas metamórficas constituídas por silicato de alumínio hidratado e álcalis (IBGE, 2007).

O filito é usado para ajudar na fusibilidade por conter sódio e potássio. Pode ser um material que possui estrutura em forma de placas, auxilia o deslizamento da massa na maromba (REDE APL, 2010).

## 4.2.2. MATÉRIAS-PRIMAS NÃO PLÁSTICAS

São usadas para aumentar a resistência do corpo cerâmico após queima. Estas matérias-primas diminuem a plasticidade da massa a cru, por isso devem ser utilizadas em proporção coerente com as matérias-primas plásticas. As principais matérias-primas não plásticas são: quartzo, feldspato e calcita (ABCeram, 2010).

### 4.2.2.1. QUARTZO

Quartzo é uma das formas cristalinas da sílica ( $\text{SiO}_2$ ), sendo as outras duas a cristobalita e a tridimita. Ele cristaliza no sistema hexagonal, apresenta densidade 2,65g/cm, dureza 7 e ponto de fusão da ordem de 1.720 °C (PORMIN, 2008).

O quartzo é estável abaixo de 870 °C, apresentando-se em variedades cristalinas (quartzo hialino, ametista, quartzo leitoso, esfumaçado), criptocristalinas (calcedônia, o sílex, a ágata, o jaspe, alcedônia) e clásticos (cascalhos, seixos, arenitos e quartzitos). Encontra-se também fragmentado em pequenas partículas formando grandes concentrações naturais (areias) resultante de alteração das rochas (MUGGLER et al., 2005).

O quartzo tem sua principal aplicação em massas de cerâmica branca e de materiais de revestimento, sendo um dos componentes fundamentais para controle da dilatação e para ajuste da viscosidade da fase líquida formada durante a queima, além de facilitar a secagem e a liberação dos gases durante a queima. Também tem aplicação para fabricação de refratários, isolantes térmicos e vidros e esmaltes (REDE APL, 2010).

### 4.2.2.2. FELDSPATO

Os feldspatos naturais são normalmente uma mistura em diversas proporções de alumina-silicatos de potássio, de sódio, de cálcio, de lítio (PORMIN, 2008).

Para a indústria cerâmica os feldspatos de maior importância são o potássico e o sódico, por terem temperatura de fusão relativamente baixa e assim sendo empregados como geradores de “massa vítrea” nas massas cerâmicas e nos vidrados (REDE APL, 2010).

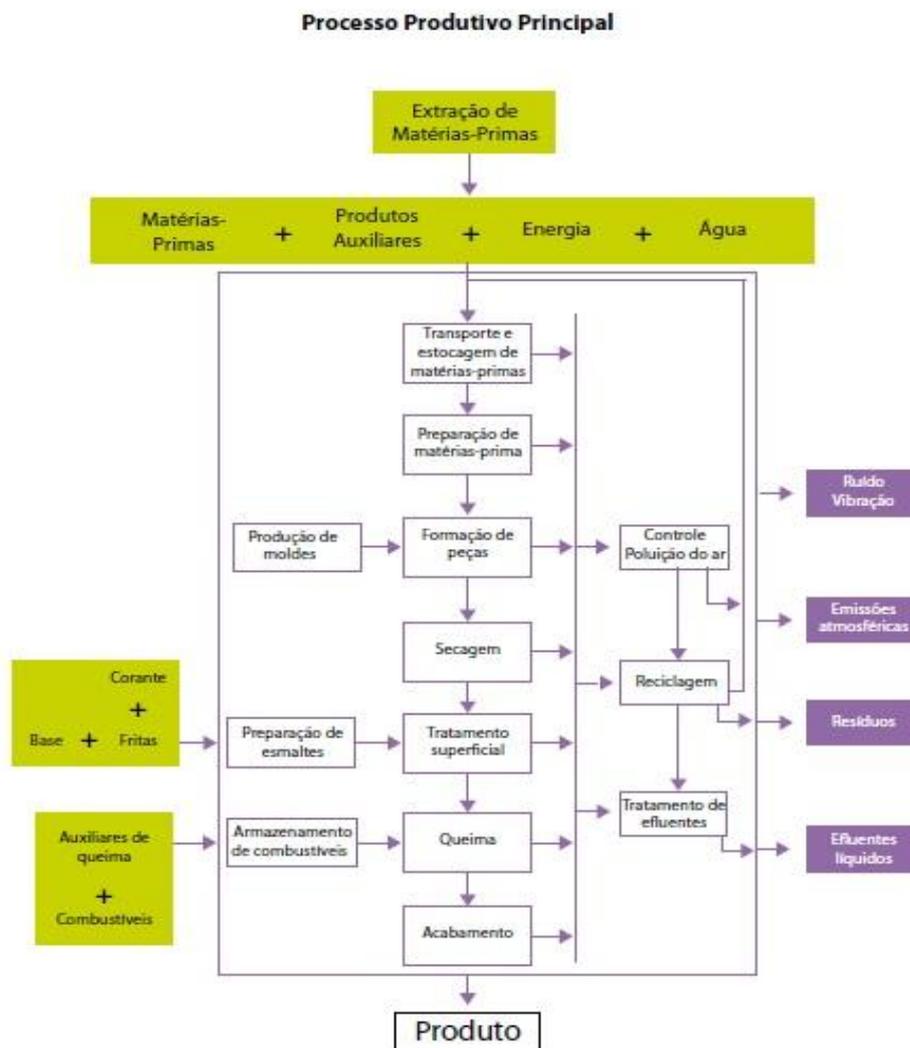
#### **4.2.2.3. CALCITA**

A calcita é um carbonato de cálcio utilizado em massas calcárias em teores de até 30%. Apesar de proporcionar corpos de elevada porosidade e, portanto baixa resistência mecânica, tem a vantagem de apresentar corpos de baixa contração linear na queima, o que pode ser fundamental dependendo da aplicação do corpo cerâmico (IBGE, 2007).

### **4.3. PROCESSO PRODUTIVO**

O processo produtivo da cerâmica pode variar de acordo com a indústria e como a variação na proporção modifica as características físicas da peça final, cada indústria mantém suas proporções como segredo industrial, porém o processo de fabricação é comum a todas as empresas que atuam no mesmo ramo de cerâmica (ABCeram, 2010).

Assim é possível organizar o processo conforme figura 3:



**Figura 3 - Fluxograma do processo de cerâmica. Fonte: CETESB, 2004**

Após a extração de Matérias-Primas, ao chegarem às indústrias elas são estocadas e seguem para a preparação. Na preparação normalmente são utilizados moinhos de bolas para a mistura da massa que será posta na forma já pronta. Alguns produtores fabricam seus próprios moldes a partir de matrizes. Após escorrer a peça vai à secagem, no tratamento de superfície a peça é lixada e, se for o caso, há a aplicação de corantes, depois desse processo a peça é encaminhada para a queima e ao finalizar os acabamentos a peça está pronta para ser comercializada (ABCeram, 2010).

#### 4.3.1. MOINHO DE BOLAS

Os moinhos de bolas são tubulares e em seções têm um tambor

cilíndrico ou cônico que gira num eixo horizontal. A figura 4 mostra um exemplar:



Figura 4 - Esquema de moinho de bolas. Fonte: SEMCO, 2002.

Os moinhos de bolas são carregados por bolas de porcelana ou seixos de ágata. A carga de bolas pode ser medida pela fração, em percentagem, do volume do moinho que ela ocupa. O volume vazio no estágio estático das bolas é de aproximadamente 31%. Uma vez que o meio de moagem se expande com a rotação do moinho, o volume real na operação não é conhecido (SEMCO, 2002).

As velocidades dos moinhos situam-se entre 65 a 80% da crítica. Pode-se generalizar dizendo-se que de 65 a 70% é o necessário para moagem úmida fina em suspensão viscosa; de 70 a 75% para moagem fina úmida em suspensão baixa viscosidade e para moagem seco de partículas até  $\frac{1}{2}$  polegada.

Para termos uma boa eficiência é necessário observarmos alguns fatores (GRIGOLETTI, 2001):

- A velocidade do moinho afeta a capacidade, assim como o desgaste do revestimento interno e das bolas, numa razão de proporcionalidade direta, até 85% da velocidade crítica.
- O máximo de capacidade se consegue com uma carga de bolas igual a 50% do volume do moinho.
- A máxima eficiência é a das bolas com o tamanho mínimo capaz de moer a alimentação grossa.
- Entre os operadores de moinhos são muito favorecidos os de revestimento ondulado.
- As cargas circulantes mais elevadas tendem a aumentar a produção e a diminuir a quantidade de material fino não desejado.
- A descarga em nível baixo, ou por intermédio de grades, aumenta a capacidade de moagem em relação à descarga central ou de transbordamento, mas eleva também o desgaste ao revestimento da grade e do meio de moagem.
- A razão de sólidos para líquidos no moinho deve ser considerada na base da razão de peso para volume do minério.

A moabilidade é a quantidade de produto que sai do moinho, num intervalo unitário de tempo de moagem, e satisfazendo a uma dada especificação. O principal objetivo da investigação sobre a moabilidade é avaliar o tamanho e tipo do moinho necessário para produzir a tonelagem desejada, e a potência indispensável à operação.

#### **4.3.2. FORNO**

As peças são recebidas e colocadas em placas de carbetto de silício e cordierita devidamente preparadas (recebem uma camada de quartzo em pó para evitar que as peças fiquem aderidas às placas). As placas são colocadas nas vagonetas que são enforadas ou seguem para uma linha de desvio, aguardando o tempo para que sejam enforadas. Após ser realizada a queima, as vagonetas seguem para outra linha de desvio, aonde depois de resfriadas

vão para a seção de classificação (GRIGOLETTI, 2001).

A temperatura em que será realizada a queima dependerá da curva de queima, tipo de peça (espessura) e a massa utilizada na composição.

Durante a queima ocorrem transformações tais como (GRIGOLETTI, 2001):

- Eliminação completa de água = completa-se a 200° C;
- Oxidação da matéria orgânica = 200 a 700° C;
- Decomposição dos cristais (desidroxilação dos argilos minerais) ( $\pm$  550° C);
- Inversão do quartzo (forma  $\alpha$  para  $\beta$ ) = 573° C;
- Cristalização (a estrutura amorfa dos argilos minerais se reorganiza) = 980° C;
- Formação de multa (cristais em forma de agulhas, provenientes da caulinita, melhora as características mecânicas) = 1100° C;
- Funde o feldspato e dissolve argila, acelerando a contração e diminuindo a porosidade = 1100 - 1200° C.

Os materiais cerâmicos devem sofrer pelo menos uma queima, a qual converte o material moldado irreversivelmente em um produto duro, resistente às intempéries e aos produtos químicos.

A temperatura desejada no forno se produz pela geração de calor, através de dois principais métodos: zonas de aquecimento e intermitentemente.

#### **4.3.2.1. FORNOS TIPO TÚNEL (ZONAS)**

As vagonetas se movimentam dentro dos fornos que possuem comprimento de aproximadamente 40m. Possui uma zona de aquecimento, zona de queima e zona de resfriamento. O ciclo de queima depende do tipo de peça processada, bem como da produção a ser atingida (ANFACER, 2010).

- Zona de aquecimento: estão o exaustor de tiragem (retira os gases de combustão dos canais dos fornos, enviando-os para a chaminé) e o contravec de entrada (se houver necessidade, insufla ar quente na zona de pré-aquecimento).
- Zona de queima: possui 10 maçaricos (cinco de cada lado) que são acionados através de um ventilador de ar que tem a função de fornecer ar primário (de atomização) e ar secundário (combustão).

- Zona de resfriamento: possui um exaustor de resfriamento indireto – retira o excesso de calor ao sair da zona de queima e um contravenc de saída que tem a função de enviar o excesso de ar quente de volta para a zona de queima, a fim de formar uma pressão para homogeneização da queima.

Em caso de falta gás o forno tipo túnel, pára e deve-se anotar em que área do forno se encontrava cada uma das vagonetes, para que possam ser avaliadas as condições finais de queima sem perda de todo o lote (GRIGOLETTI, 2001).

A figura 5 mostra a alimentação e a figura 6 demonstra o comprimento de um forno tipo túnel a gás.



**Figura 5 - Alimentação de cerâmica no forno cerâmico tipo túnel.**



**Figura 6 - Comprimento de Forno cerâmico tipo túnel.**

#### **4.3.2.2. FORNOS INTERMITENTES**

O processo de queima com a utilização de fornos intermitentes consiste em carregar o forno, controlar o ciclo de queima desejado, esperar até o final da queima (temperatura de maturação), resfriar e retirar as peças (ABCeram, 2010).

Alguns eventos podem ser observados durante a queima. São eles: retração, sinterização e perda de massa (GRIGOLETTI, 2001).

A maioria das argilas de massas cerâmicas retrai-se, uma vez que os poros se fecham por causa da solicitação da tensão superficial, aproximando as partículas entre si. Isto ocorre quando um mineral se decompõe ou sofre uma inversão a outra forma cristalina.

Em função da temperatura de queima e da matéria-prima a massa fica com as partículas bem próximas, fazendo com que a massa fique pouco porosa. O contrário também pode acontecer, em ambos os casos denominam este evento de sinterização.

A perda de massa ocorre devido à transformação dos cristais e eliminação de matéria orgânica e água durante a queima.

#### **4.4. GESTÃO AMBIENTAL**

Seguindo a cronologia de Makower (2009) a preocupação ambiental foi mais intensa a partir de 1960 quando vários problemas relacionados à poluição foram percebidos e foi estabelecido, portanto, o Controle de Poluição. Em 1970 foi criada a USEPA (U.S Environmental Protection Agency) a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. Em 1980 nota-se a introdução de conceitos como Prevenção de Poluição, Eficiência Energética e redução de desperdício, paralelamente, no Brasil, criou-se a Lei 6.938 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Em 1990, justificando a criação de chavões administrativos como “O que é medido é controlado!”, criaram-se os Sistemas de Gerenciamento Ambiental e a ISO 14001, este último pela Organização Internacional de Padronização (ISO), e no Brasil regulamentava-se a lei de 1981 citada acima através do Decreto 99.274.

A postura reativa na visão de Sanches (2000) implica a prática de

controle da poluição, só que originária de imposição legal ou exigência de mercado. Neste caso, a poluição é tratada como elemento externo ao sistema produtivo. Na postura proativa, por outro lado, antes da exigência legal ou de mercado, a empresa se antecipa promovendo ações de proteção ao meio ambiente. Ou seja, a adoção de práticas que preservem o meio ambiente passa a ser questão estratégica da organização.

Segundo Barbieri (2004), os problemas ambientais provocados pelos humanos decorrem do uso do meio ambiente para obter os recursos necessários para produzir os bens e serviços que estes necessitam e dos despejos de materiais e energia não aproveitados. A concepção de um ser humano separado dos outros elementos da natureza talvez tenha sido o fato de maior relevância para o aumento dos problemas ambientais. A crença de que a natureza existe para servir ao ser humano contribuiu para o estado de degradação ambiental que hoje se observa.

Mas certamente foi o aumento da escala de produção e consumo que iria provocar os problemas ambientais que hoje conhecemos. De acordo com a visão tradicional, as medidas de proteção ambiental são encaradas como acréscimo de custos. Como a empresa objetiva maximizar lucros, com base na seleção da alternativa de custo mínimo de produção e, se seguir à visão tradicional, não levará em conta os danos ambientais, o que pode causar custos muito maiores para reparações.

Tendo esses raciocínios em vista desenvolveram-se diversas ferramentas para gerir a questão ambiental e a política empresarial, sem que uma interfira, significativamente, na outra. Dentre algumas das ferramentas de gestão ambiental as principais são a de Produção Limpa, formulada pela organização Greenpeace, a Produção Mais Limpa, criada pela United Nations Environment Programme (UNEP) e a mais antiga de todas as citadas, Produção Enxuta, desenvolvida no Japão.

#### 4.4.1. ABNT ISO 14001

O objetivo desta norma resume-se em,

“... especifica os requisitos relativos a um sistema da gestão ambiental, permitindo a uma organização desenvolver e planejar uma política e objetivos que levem em conta os requisitos legais e outros requisitos por ela subscritos e informações referentes aos aspectos ambientais significativos. Aplica-se aos aspectos ambientais que a organização identifica como aqueles que possam controlar e aqueles que possam influenciar...” (ABNT ISSO 14001, 2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) representa no Brasil a padronização ISO 14001. Baseada no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), em português Planejar, Executar, Verificar e Agir, sendo (ABNT ISSO 14001, 2004):

- Planejar: Estabelecer os objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização.
- Executar: Implementar os processos.
- Verificar: Monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros, e relatar os resultados.
- Agir: Agir para continuamente melhorar o desempenho do sistema da gestão ambiental.

A estrutura base da norma pode ser esquematizada na figura 7.

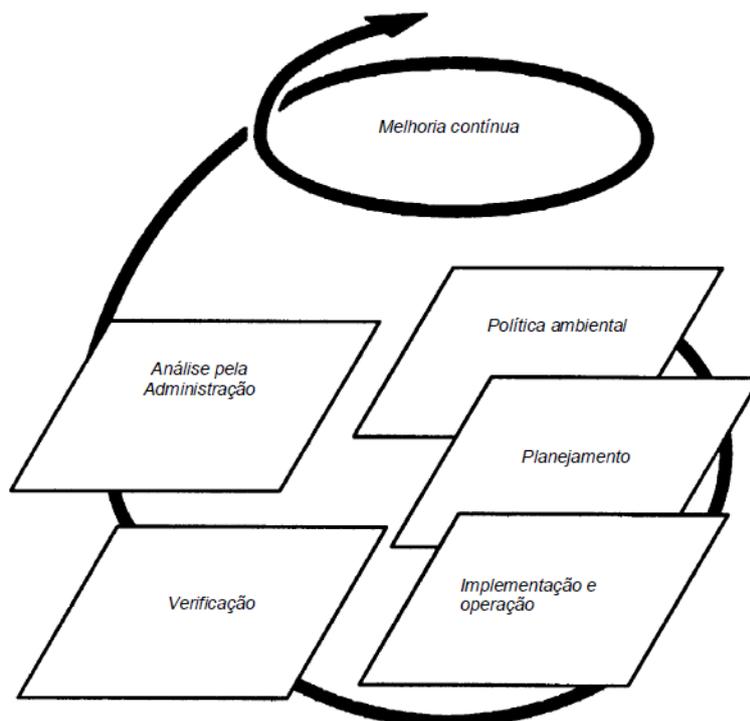


Figura 7 - Ciclo PDCA. Fonte: ABNT ISO 14001/04.

Conforme Donaire (1999), 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”.

Barbieri (2004) define gestão ambiental como “as diferentes atividades administrativas e operacionais realizadas pela empresa para abordar problemas ambientais decorrentes da sua atuação ou para evitar que eles ocorram no futuro”.

Ainda Segundo Barbieri (2004), qualquer Sistema de Gestão Ambiental (SGA) requer um conjunto de elementos comuns que independem da estrutura organizacional. Em primeiro lugar está o comprometimento da alta administração e o estabelecimento de uma Política Ambiental clara e definida que irá nortear as atividades da organização com relação ao meio ambiente. A prevenção da poluição combina duas preocupações ambientais básicas: uso sustentável dos recursos e controle da poluição. Para prática do uso sustentável dos recursos, estes podem ser sintetizados pelas atividades conhecidas como 4 Rs: redução na fonte, reutilização, reciclagem e recuperação energética, com essa ordem de prioridades, como mostra a figura 8.

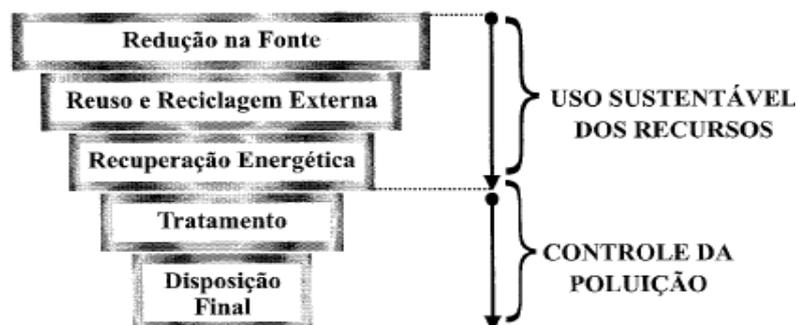


Figura 4 – Prevenção da Poluição - Prioridades  
Fonte: Barbieri, 2004, p. 108

**Figura 8 - Hierarquia de utilização sustentável e controle de poluição industrial. Fonte: BARBIERI (2004).**

O controle da poluição pode ser feito numa parte do processo produtivo que não exija investimentos elevados ou que ocorram grandes desperdícios, podem ser realizadas com relativa facilidade e baixo custo, com o objetivo de reduzir sua necessidade (BARBIERI, 2004).

#### 4.4.2. PRODUÇÃO LIMPA

Em outubro de 1997 a organização não governamental Greenpeace elaborou uma cartilha orientando sobre práticas para uma produção limpa. De acordo com Furtado et al. (1998) a produção limpa foi criada para orientar um sistema produtivo industrial que levasse em conta:

- A auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matérias-primas;
- A redução do consumo de água e energia;
- A prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- A reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia-eficiente (consumo energético eficiente e eficaz);
- A geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e o ambiente, cujos restos (inclusive as embalagens), tenham reaproveitamento atóxico e energia-eficiente;
- A reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica e energia-eficiente, como substitutivo para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejos em aterros.

O objetivo da Produção Limpa é atender nossa necessidade de produtos de forma sustentável, isto é, usando com eficiência materiais e energia renováveis, não-nocivas, conservando ao mesmo tempo a biodiversidade

(GREENPEACE, 1997).

A figura 9 demonstra as etapas descritas no report do Greenpeace em 1997.

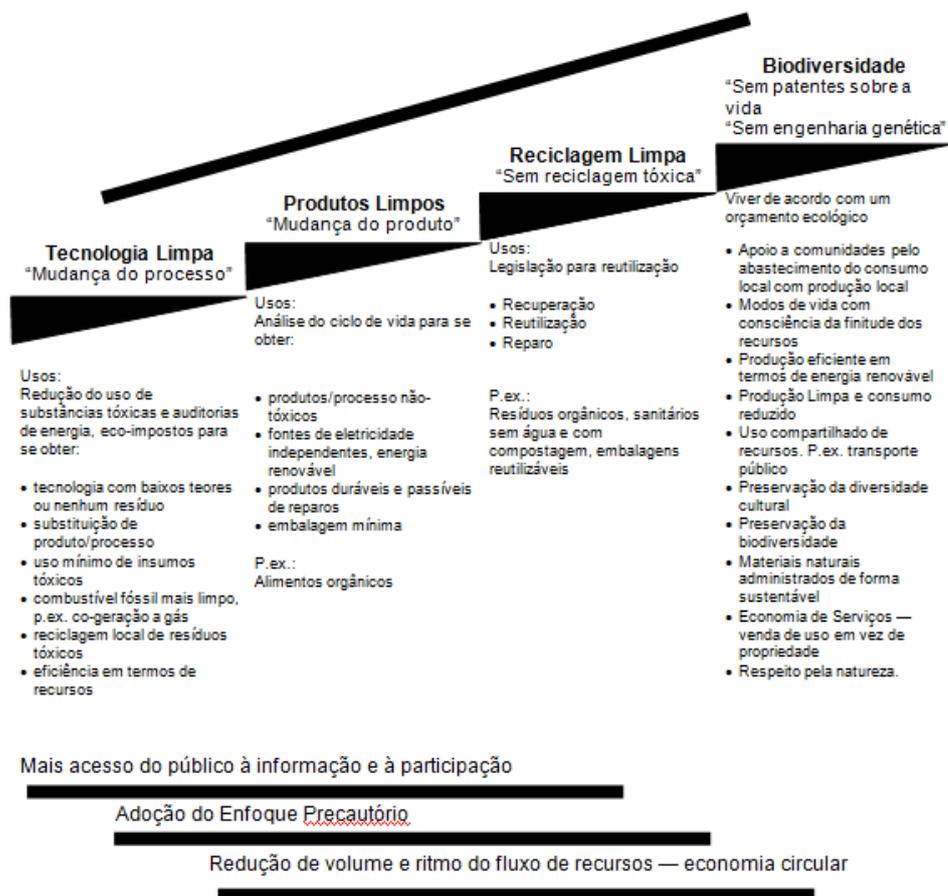


Figura 9 - Etapas da Produção Limpa. Fonte: GREENPEACE, 1997.

Claramente o Greenpeace dispõe que para atingir o patamar da sustentabilidade deve-se passar por mudanças no processo e no produto, atentar para a Hierarquia de utilização sustentável e controle de poluição industrial, mostrada no item 4.4.1 e não estabelecer patentes sobre a vida e nem fazer uso de engenharia genética.

O Greenpeace denomina que ao se alcançar o último patamar do report atinge-se, então, a economia circular.

De acordo com Lourenço (2010) "Ainda não existe um arquétipo conceitual da Economia Circular, mas a base dessa estratégia é o tripé redução, reuso e reciclagem."

#### 4.4.3. PRODUÇÃO MAIS LIMPA

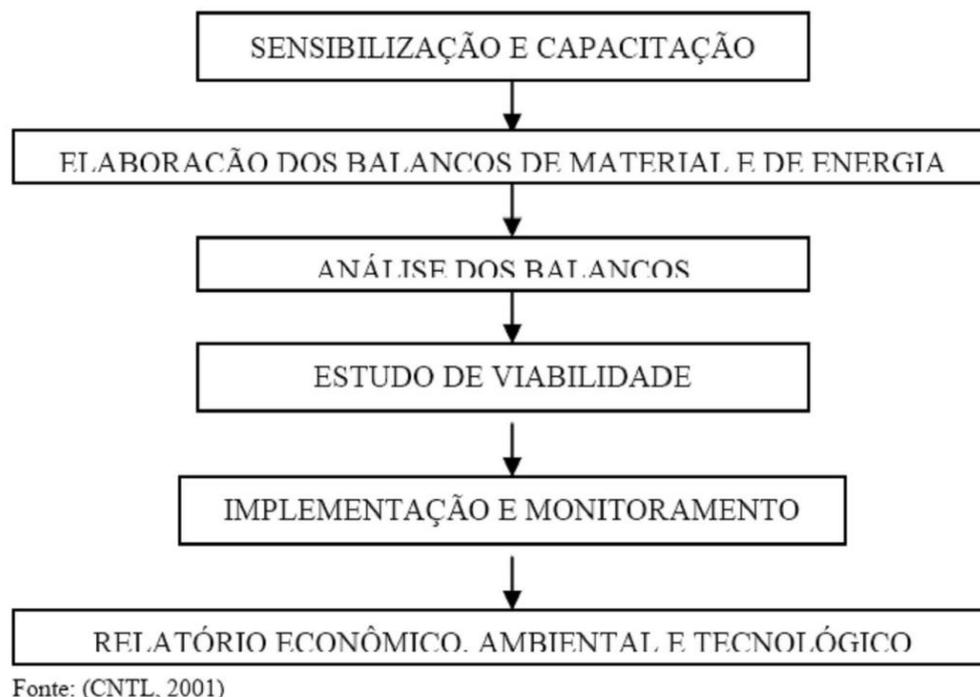
A PML surgiu em 1991, ocorreu em um programa que associado entre as Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e a Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) como uma abordagem intermediária entre a Produção Limpa do Greenpeace e a diminuição de resíduos do Environmental Protection Agency – EPA (CNTL, 2003).

De acordo com CNTL (2003), essa tecnologia apresenta várias vantagens, sendo elas:

- Redução da quantidade de materiais e energia usados, apresentando assim um potencial para soluções econômicas;
- A minimização de resíduos, efluentes e emissões;
- A responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção como um todo e os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos podem ser minimizados;
- A minimização de resíduos, efluentes e emissões.

A PML tem como objetivo fortalecer economicamente a indústria através da prevenção da poluição, colaborando com o progresso da situação ambiental de determinada região. Explora o processo produtivo e as demais atividades de uma empresa e avalia a utilização de materiais e energia. A partir disto, são criteriosamente examinados os produtos, as tecnologias e os materiais, com a intenção de diminuir os resíduos, as emissões e os efluentes, e descobrir modos de reutilizar os resíduos inevitáveis (CNTL, 2003).

O procedimento de implantação do programa de PML pode ser analisado em seis fases, conforme demonstra a Figura 10.



**Figura 10- Fluxograma das etapas de implantação de PML. Fonte: CNTL, 2001.**

A primeira etapa diz respeito à sensibilização e capacitação para implementação de uma melhoria após essa etapa deve-se partir para a confecção dos balanços de massa e energia para rastrear o processo e após a análise de tais balanços estuda-se a viabilidade da implementação, caso seja viável a próxima etapa é implementar e monitorar e em seguida relatar o ganho.

#### 4.4.4. PRODUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta surgiu no Japão em 1950 por meio de estudos feitos na produção em série da Ford em Detroit, nos Estados Unidos, por dois engenheiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, pois o exército precisava que a Toyota fabricasse caminhões para Guerra da Coréia. Após a visita os engenheiros perceberam que não poderiam adaptar o processo da Ford e sim criar um novo modelo, que se chamou Sistema Toyota de Produção (MORENGHI et al,2006).

De acordo com Elias e Magalhães (2003), a Produção Enxuta tem sua aplicabilidade mais evidente nas indústrias que produzem de acordo com processos repetitivos em lote, onde há uma produção de produtos variados em

lotes, que se repetem.

Ainda para Elias e Magalhães (2003) para ser implantada a Produção Enxuta, as fabricas devem adotar algumas outras técnicas, que juntas, a tornam possível, sendo elas: Kanban, manufatura celular, 5Ss, setup rápido, inspeção autônoma, manutenção produtiva total, dispositivos a prova de erros (pokayoke).

#### **4.4.4.1. KANBAN**

A palavra Kanban vem do Japonês e quer dizer registro ou cartão visual. Embora esteja sendo difundido nos escritórios também, os controles visuais através de cartões ou registros são mais aplicados no chão de fábrica, para gestão e controle da produção e de materiais. Dessa forma, quando aplicado à produção o termo Kanban ganha o significado de gestão visual da produção (ELIAS et AL. 2003).

Basicamente o método resume em delimitar os máximos e mínimos do estoque para que, quando a quantidade estocada for igual ou menor que o mínimo deve-se ser feita a reposição para a quantidade máxima.

#### **4.4.4.2. MANUFATURA CELULAR**

A Manufatura Celular é um dos mais importantes sistemas de manufatura existentes. Ele se baseia nos conceitos de Tecnologia de Grupo, por meio da formação de famílias de peças e células de manufatura.

A família de peças é constituída por aquelas que possuem características e atributos similares, sejam de forma geométrica e/ou de processos de fabricação. A célula de manufatura é constituída por um agrupamento de máquinas e/ou equipamentos capazes de processar uma dada família de peças (SHINGO, 1996).

#### **4.4.4.3. 5S**

O Método "5S" foi base da implantação do Sistema de Qualidade Total nas empresas. Surgiu no Japão, nas décadas de 50 e 60, após a Segunda Guerra Mundial, quando o país vivia a chamada crise de competitividade. Além disso, havia muita sujeira nas fábricas japonesas, sendo necessária uma reestruturação e uma "limpeza" (SHINGO, 1996). O país precisava reestruturar-se, organizar as indústrias e melhorar a produção para ser compatível com o

mercado mundial.

O programa tem este nome por tratar-se de um sistema de cinco conceitos básicos e simples, porém essenciais e que fazem à diferença no Sistema da Qualidade. Espanha e Inglaterra adotaram metodologias equivalentes, porém com nomes diferentes: “Teoria da Escova” e “Housekeeping”, respectivamente; mas a idéia é a mesma: sempre buscar o Sistema da Qualidade Total. É possível eliminar o desperdício (tudo o que gera custo extra) em cinco fases, com base no método "5S". Foi um dos fatores para a recuperação de empresas japonesas e a base para a implantação da Qualidade Total naquele país. Os cinco conceitos foram introduzidos no Brasil posteriormente, em 1991, pela Fundação Cristiano Ottoni. Os 5 conceitos são (SHINGO, 1996):

1º. S - SEIRI - SENSO DE UTILIZAÇÃO - "separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário".

2º. S - SEITON - SENSO DE ARRUMAÇÃO - "identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente".

3º. S - SEISO - SENSO DE LIMPEZA - "manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar".

4º. S - SEIKETSU - SENSO DE SAÚDE E HIGIENE - "manter um ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene".

5º. S - SHITSUKE - SENSO DE AUTODISCIPLINA - "fazer dessas atitudes, ou seja, da metodologia, um hábito, transformando os 5s's num modo de vida".

#### **4.4.4.4. SETUP RÁPIDO**

Seu grande objetivo é reduzir os tempos de parada das máquinas, de forma que a eficiência destas possa ser aumentada. Com isto, é possível que lotes menores sejam produzidos, pois o aumento no número de trocas nas máquinas será compensado pela considerável redução do tempo médio gasto em cada troca. Shingo (2000) cita também que “a facilidade das trocas de ferramenta elimina a necessidade de mão-de-obra qualificada”.

#### **4.4.4.5. INSPEÇÃO AUTÔNOMA**

Inspeção autônoma é um pilar do processo TPM (Manutenção Produtiva Total), ele visa à melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e

inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais (SHINGO, 2000).

#### 4.4.4.6. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

TPM é um sistema de gestão que tem proporcionado excelentes resultados às empresas que o adotaram. Vem do inglês “Total Productive Maintenance”, que significa Manutenção Produtiva Total. A “Manutenção Produtiva” compreende um abrangente conjunto de atividades de manutenção que visa melhorar o desempenho e a produtividade dos equipamentos de uma fábrica. TPM é uma forma de gerenciamento que transforma os modelos tradicionais de administração e busca a eliminação contínua das perdas, obtendo a evolução permanente da estrutura empresarial pelo constante aperfeiçoamento das pessoas, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços. Em harmonia com essa definição do TPM, cada uma das letras (T, P e M) possui o seguinte significado:

T = “Total” - no sentido de “eficiência global”, que tem como objetivo a constituição de uma estrutura empresarial que vise a máxima eficiência do sistema de produção, “Total” no sentido de “ciclo total de vida útil do sistema de produção”, ou seja, criar no próprio local de trabalho em mecanismo para prevenir as diversas perdas, atingindo “zero defeito, zero acidente e zero quebra” e “Total” no sentido de “todos os departamentos”, ou seja, contar com a participação de todos, desde a alta administração, até os operários de primeira linha.

P = “Produtiva” - significa a busca do limite máximo da eficiência do sistema de produção, atingindo zero acidente, zero defeito e zero quebra/falha, ou seja, a eliminação de todos os tipos de perdas. Em outras palavras, não significa simplesmente a busca da produtividade, mas alcançar a verdadeira eficiência por meio do zero acidente e zero defeito.

M = “Manutenção” - significa manutenção no sentido amplo, considerando-se o ciclo total de vida útil do sistema de produção, e define a manutenção que tem o enfoque no sistema de produção de processo único na fábrica e no sistema administrativo de produção. Manutenção do sistema de administração da produção significa a preservação deste sistema em sua condição ideal, mediante a formação contínua de uma estrutura empresarial capaz de

sobreviver aos novos tempos, por meio de uma busca constante do limite de eficiência, num esforço para se adequar às mudanças da conjuntura (SHINGO, 2000).

#### **4.4.4.7. POKAYOKE**

O Poka-Yoke é uma técnica simples, mas extremamente poderosa, para eliminar falhas humanas no local de trabalho, usando dispositivos baratos que podem ser desenvolvidos no próprio chão de fábrica. Sistemas Poka-Yoke permitem que você atinja o Zero Defeito e elimine a inspeção.

Ao mesmo tempo em que o Poka-Yoke melhora a qualidade, também previne as falhas que podem levar a quebras ou a outros tipos de problemas com os equipamentos (SHINGO, 2000).

## **5. METODOLOGIA**

Para a concretização deste trabalho foi realizado um curso sobre gestão ambiental com alguns empresários da APL de Campo Largo. Pretendeu-se com este curso mapear as principais perdas e falhas de processo das fábricas da APL, propor melhorias para a linha de produção e esclarecer dúvidas legais sobre a legislação ambiental.

### **5.1. CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL**

Para a organização do curso foram realizadas visitas técnicas às empresas participantes da APL Campo Largo. Nas visitas os empresários foram entrevistados para estabelecer quais eram as maiores necessidades e dificuldades no processo fabril com a finalidade de atender as expectativas e direcionar as informações para eles no curso ministrado. Durante o curso as questões foram colocadas com suas possíveis soluções e ambas postas em discussão e adequação à realidade de cada empresário presente.

O curso foi ministrado nos dias 02, 16 e 23 do mês de agosto de 2010 das 08:00 às 12:00. Paralelo ao curso de Gestão ambiental também foram ministrados outros cursos, com outros profissionais, sobre a produção de cerâmica, gestão financeira, segurança do trabalho e 5S.

O curso de gestão ambiental teve a presença de 5 empresário de diferentes empresas, porém, somente um deles demonstrou interesse e compareceu à todos os encontros, portanto, a escolha da empresa que seria escolhida para receber o acompanhamento foi facilitada por esse fator.

O empresário foi acompanhado durante o período de aplicação das novas práticas propostas e discutidas durante os cursos ministrados, conforme explicado abaixo.

### **5.2. APLICAÇÃO DE NOVAS PRÁTICAS**

Foram aplicadas algumas práticas visando à melhoria de processo e gerando assim uma gestão da qualidade e ambiental adaptada à realidade da empresa em questão.

Aliando as visitas técnicas com o curso dado foi possível perceber a realidade das empresas e suas principais dificuldades para, ao se embasar na referência bibliográfica, propor melhorias reais e viáveis para o empresário.

### **5.3. MÉTODO DE TRABALHO**

Para a realização das visitas técnicas, fez-se necessário entrar em contato com os participantes do programa e marcar uma visita. A forma de locomoção foi ofertada pela UTFPR. Nas visitas técnicas utilizou-se máquinas fotográficas e registros manuais para salientar as principais dificuldades encontradas na empresa.

Embasando-se na revisão bibliográfica, item 4, foi possível expor melhorias de processo e novas ferramentas de gestão para os empresários que participaram do curso. Da mesma forma foram discutidas as questões sobre o resíduo do processo.

O acompanhamento juntamente com o empresário foi feito para bem aplicar as melhorias discutidas durante o curso de gestão ambiental. Por fim uma última visita foi feita para observar e registrar a melhora nas condições de trabalho e as melhorias aplicadas nos respectivos acompanhamentos feitos durante o curso.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em uma visita técnica feita ao empresário foram levantados pontos de observação no âmbito da gestão ambiental. A figura 11 mostra a linha de produção no dia da visita técnica a empresa.



Figura 11 - Linha de produção da empresa no dia da primeira visita.

É nítida a arbitrariedade da disposição dos moldes e peças já queimadas, bem como os moldes fora de uso (à direita) que se encontram, também, fora de um suporte adequado.

Após os mini-cursos ministrados e do acompanhamento da implantação de novas práticas é possível perceber na figura 12 a melhora visual e operacional da linha de produção.



**Figura 12 - Melhoria na organização da linha de produção após os mini cursos.**

As peças, assim que saem do forno, são classificadas em caixas para permitir que sejam encontradas e transportadas com mais facilidade, e, além disso, ainda há um ganho estético para a empresa, pois ao se entrar na indústria não é mais possível visualizar a linha de produção. Outro ponto importante é a classificação, separação e disposição em suporte adequado dos moldes fora de uso (à direita). Os moldes que ficam disposto na mesa da linha de produção são somente os moldes em utilização.

Na linha de polimento havia um problema ergonômico como mostra a figura 13.



**Figura 13 - linha de polimento da empresa com problemas de ergonomia.**

O operador passava todas as horas de trabalho em pé, sem apoio a não ser o descanso de pé.

Para resolver esse problema colocou-se um encosto para que o operador possa apoiar-se para evitar a fadiga.

Na figura 14, logo acima dos misturadores, no canto superior esquerdo é possível ver o estoque das matrizes e moldes sazonais ou sem produção no momento.



**Figura 14 - Misturadores e estoque de peças.**

Os moldes não estão dispostos de uma forma apropriada para qualquer

um conseguir localizar um molde específico com precisão. A única pessoa que detinha o conhecimento da localização aproximada dos moldes e matrizes era o próprio empresário. A falta de pessoas com a mesma competência para essas atividades fazia com que as atividades gerenciais fossem menos focadas.

A figura 15 mostra a nova organização do depósito mostrado na figura 14.



**Figura 15 - Nova organização do estoque.**

Os moldes foram organizados em prateleiras em ordem de tamanho, e tema. Em ordem de tamanho para que as matrizes, ou moldes, mais pesadas não exerçam uma força muito grande sobre a prateleira, o que diminui a vida útil e pode até causar acidentes. E a separação por tema facilita a localização dos moldes uma vez que os espaços foram categorizados com o tema da peça, decoração de jardim, de mesa, natalinas, páscoa, etc. Em cada categoria ainda pode haver subcategorias, como é o caso das peças de decoração de jardim que possuem as subcategorias gnomos, sapos e cogumelos.

A disposição dos resíduos sólidos é mostrada na figura 16. A disposição inadequada de resíduos é um aspecto ambiental que pode causar muitos impactos ambientais, neste caso mais especificamente pode ocasionar

contaminação ou até mesmo a poluição do solo e lençol freático.



**Figura 16 - Disposição dos resíduos sólidos da empresa antes dos mini cursos.**

O resíduo em questão é basicamente gesso. Resíduo classe IIA, sua solubilidade faz com que ele permeie no solo e aumente o pH do meio, o que pode impedir a utilização do solo para atividades como plantio ou pecuárias, pisciculturas e criações em geral. Com a explicação dada no curso de gestão ambiental sobre a gestão de resíduos, todo o descarte foi encaminhado para a correta destinação por uma empresa de construção civil local. Conforme mostrado na figura 17.



**Figura 17 - Antigo espaço destinado a disposição dos resíduos sólidos.**

É possível perceber na imagem que o lugar usado para o despejo do

gesso foi descaracterizado, como comprovado pela cerca elevada. Agora os resíduos são segregados e armazenados em uma caçamba para então dar seu destino mais adequado. Porém ainda é possível perceber na figura 17 os danos causados ao solo pela má disposição do solo.

A figura 18 mostra o decantador instalado pelo próprio empresário com uma peça comprada de um ferro-velho soldada a um suporte.



**Figura 18 - Decantador montado pelo próprio empresário para tratamento da água de chuva.**

A calha do telhado deságua no decantador, então, com auxílio do cano acoplado, como é possível observar na figura 18, pode-se retirar a água sem impurezas e com um pH menos ácido, o que possibilitou o uso de somente água pluvial para o preparo da massa.

Outra melhora muito notável foi no setor de vendas da fábrica. A loja fabril teve suas prateleiras compartimentadas para melhor apreciar e localizar os produtos de interesse do cliente, como demonstra a figura 19.



**Figura 19 - Disposição dos produtos na loja da fábrica.**

É possível perceber a identificação de cada um dos compartimentos. Os compartimentos foram feitos por um cliente da loja, o que diminuiu consideravelmente o preço e viabilizou o projeto.

Infelizmente, houveram pontos que não dependiam apenas da disposição e do perfil de empreendedorismo do empresário para serem melhorados. Para os pontos nos quais a injeção de capital era fundamental tiveram que ser postos em um plano de ação futuro. Como exemplo podemos citar o forno a gás mostrado na figura 20.



Figura 20 - Forno a gás para queima das peças.

A figura 20 mostra claramente que o forno não possui vedação adequada. A disposição das peças é de forma arbitrária o que faz com que haja muita perda de processo por quebra de peça. O calor não é distribuído de forma homogênea dentro do forno e a exaustão do forno é direcionada para a atmosfera, quando podia ser desviada para a estufa, o que geraria uma economia significativa em energia.

Porém, as ações corretivas desprendiam grandes investimentos que não constavam no orçamento do empresário e então foram programadas com alto grau de prioridade.

### 6.1. NOVAS PRÁTICAS

Houve melhorias em controle de processo, todos os produtos finais comercializados foram catalogados, pesados, fotografados e medidos. Com isso tornou-se possível criar um *software*<sup>1</sup>, o qual foi alimentado com dados de custos de produção e mão de obra, afim que fosse estimado o valor de *payback*<sup>2</sup> da peça. O *software* também permite controlar a margem de lucro e projetar preço para venda em atacado e varejo.

---

<sup>1</sup> Programa de computador.

<sup>2</sup> Tempo entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.

Foram criados códigos para cada produto e, com isso, o cliente atacadista pode visualizá-los no catálogo e a localização deste fica rápida e eficaz. No catálogo também é possível saber a quantidade de cada peça que é atualizada ao fim de cada expediente de produção.

Outra prática foi aplicada no âmbito dos 5S, na qual foram organizadas as matrizes e moldes em ordem de tamanho, volume de produção e linhas como, por exemplo, a linha sapos de jardim ficou organizada entre si assim como a linha vasos, porém uma não interfere no espaço da outra. As matrizes sazonais (peças para datas especiais como páscoa e natal, principalmente) foram organizadas em prateleiras mais deslocadas, já que sua utilização possui uma frequência menor de produção do que os outros moldes e matrizes. Providenciou-se, também, a reorganização das peças expostas na loja da fábrica, separação em caixas e prateleiras deixa a localização das peças muito mais rápida, prática e segura. Foi adicionada a rotina semanal a limpeza da fábrica, então toda sexta-feira reserva-se uma hora para a limpeza dos postos e varrição da fábrica.

Mais uma boa prática foi a redução da taxa de utilização de água da rede de abastecimento local a zero. A empresa já tinha a prática de utilizar água pluvial ao preparo da massa, porém de forma pouco eficaz e com algumas impurezas que faziam com que ainda fosse necessário utilizar água tratada da rede de abastecimento local. Com o curso de gestão ambiental foi discutida a utilização de decantadores para a reutilização do efluente industrial e o empresário propôs a melhoria para a captação de água pluvial, a água purifica e pode ser usada sem a mistura com a água da rede de abastecimento.

Para o efluente industrial, foi proposta a utilização de outro decantador, mas como seria necessária a utilização de coaguladores, e os que possuem características metálicas, como o tetracloreto de alumínio, causam a transferência do problema, pois é gerado um resíduo (lodo) classe 1 para destinação correta, que torna-se onerosas. Já os produtos sem metais pesados possuem longas cadeias orgânicas que podem influenciar na composição e características da massa para confecção das peças, portanto o reaproveitamento de uma parcela mais significativa ficava inviável uma vez que isso diminuiria a qualidade do produto final. A prática que foi implantada foi a de concentrar todo o efluente em um tanque, foi utilizada uma caixa de água de 1

m<sup>3</sup>, e nela retirar o decantado para compor a massa que será utilizada para a confecção das peças na proporção que não influencie negativamente com a qualidade da peça.

Para os resíduos sólidos foram criadas áreas específicas para cada tipo de resíduo: gesso, madeira e metais. A madeira segregada fica mais fácil de ser reutilizada para os pequenos produtores, de cerâmica ou não, que utilizem fornos a lenha; os metais foram comercializados em cooperativas de reciclagem. O gesso foi destinado como resíduo de construção civil classe C.

## **7. CONCLUSÃO**

O presente trabalho expos conceitos de gestão ambiental e de produção e suas aplicações e melhorias. Porém ao trazer a problemática a um cenário comum da cidade de Campo Largo – Paraná, uma indústria familiar produtora de cerâmica, foi possível perceber que a aplicabilidade destes conceitos não é viável em muitos casos, principalmente pelo fato de se tratar de empresas familiares. Ao se ressaltar a essência dos conceitos de gestão foi possível criar propostas de práticas simples que poderiam trazer melhorias significativas a empresa.

Infelizmente o apoio ao pequeno produtor não é suficiente para que possamos estabelecer um sistema de gestão robusto que possa realmente trazer resultados mais satisfatórios. A falta de gestão financeira e de investimentos na indústria faz com que não seja possível estabelecer uma melhoria nem na produção e que dirá para com um sistema de gestão ambiental.

## 8. REFERÊNCIAS

ABCeram - Associação Brasileira de Cerâmica. Disponível em:

<<http://www.abceram.org.br>>, Acesso em: 19/09/2010.

ACM - American Ceramic Society. Disponível em:

< <http://ceramics.org>>, Acesso em: 21/09/2010.

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/>> acesso em: 15/09/2010.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001 – **Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARBIERI, José C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BOOG, Emilio. G.; BIZZO, Waldir. A. (2003). **Utilização de indicadores ambientais como instrumento para gestão de desempenho ambiental em empresas certificadas com a ISO 14001**. In: X Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP). Anais..., Bauru: UNESP.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - **Relatório Final do Projeto Piloto de prevenção à Poluição nas Indústrias Cerâmicas da Região de Santa Gertrudes**, julho/2004

CNTL - CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS - . **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**, Porto Alegre: CNTL, 2003.

COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. Disponível em:  
<<http://www.comec.pr.gov.br>>, Acesso em: 03/10/2010.

DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ELIAS, Sérgio J. B.; MAGALHÃES, Liciane. C. **Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 21 a 24 de outubro, 2003.

FURTADO, João. S. et al. **Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia da Água e Energia**. In: **Manual de Avaliação na Fábrica: Produção Limpa**. São Paulo: Fundação Vanzolini, 1998.

GREENPEACE. **O que é produção limpa?** Outubro, 1997.

GRIGOLETTI, Giane de Campos. **Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do estado do rio grande do sul**. 2001. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:  
<<http://www.ibge.com.br>>, Acesso em: 03/10/2010.

\_\_\_\_\_. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro, 2007. 316 p.

LOURENÇO, Marcus Santos; CHIARAMONTI, Cristiano **O desenvolvimento sustentável e a economia circular: a experiência chinesa**. Curitiba, 2010.

MAKOWER, Joel. **A Economia Verde**. São Paulo: Editora Gente, 2009.

MORENGHI, Luiz. C. R.; ANDRADE, Rogério. F. G.; ROSANO, Robson. D. **Produção mais Limpa e Produção Enxuta: haverá simbiose na busca de conformação ambiental com a flexibilização dos fatores de produção?** Em: XIII SIMPEP, Bauru, 6 a 8 de novembro, 2006.

MUGGLER, Cristine C. et al. **Conteúdos básicos de Geologia e Pedologia**, Minas Gerais, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

PORMIN – Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral. Disponível em:

< <http://www.pormin.gov.br/>>, Acesso em: 27/04/2011.

\_\_\_\_\_, **Descrição, Aplicabilidade e Ocorrências de Quartzo**, 2008. Disponível em: < <http://www.pormin.gov.br/>>, Acesso em: 27/04/2011.

\_\_\_\_\_, **Descrição, Aplicabilidade e Ocorrências de Feldspato**, 2008. Disponível em: < <http://www.pormin.gov.br/>>, Acesso em: 28/04/2011.

\_\_\_\_\_, **Descrição, Aplicabilidade e Ocorrências de Caulim**, 2008. Disponível em: < <http://www.pormin.gov.br/>>, Acesso em: 20/05/2011.

\_\_\_\_\_, **Descrição, Aplicabilidade e Ocorrências de Talco**, 2008. Disponível em: < <http://www.pormin.gov.br/>>, Acesso em: 20/05/2011.

Rede APL Paraná. Disponível em: <<http://www.redeapl.pr.gov.br>>, Acesso em: 15/09/2010.

SANCHES, Carmem. S. **Gestão ambiental pró-ativa**. Revista de Administração de Empresas (RAE), 2000. São Paulo: FGV, v.40, n.1, p.76-87.

SEMCO. Disponível em: <<http://www.semco.com.br>>, Acesso em: 15/07/2011.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1996.

\_\_\_\_\_. **Sistema de troca rápida de ferramenta**. Porto Alegre: Bookman, 2000.