



AEP

CÂMARA
DE COMÉRCIO
E INDÚSTRIA

sustentabilidade
responsabilidade
social
ambiente

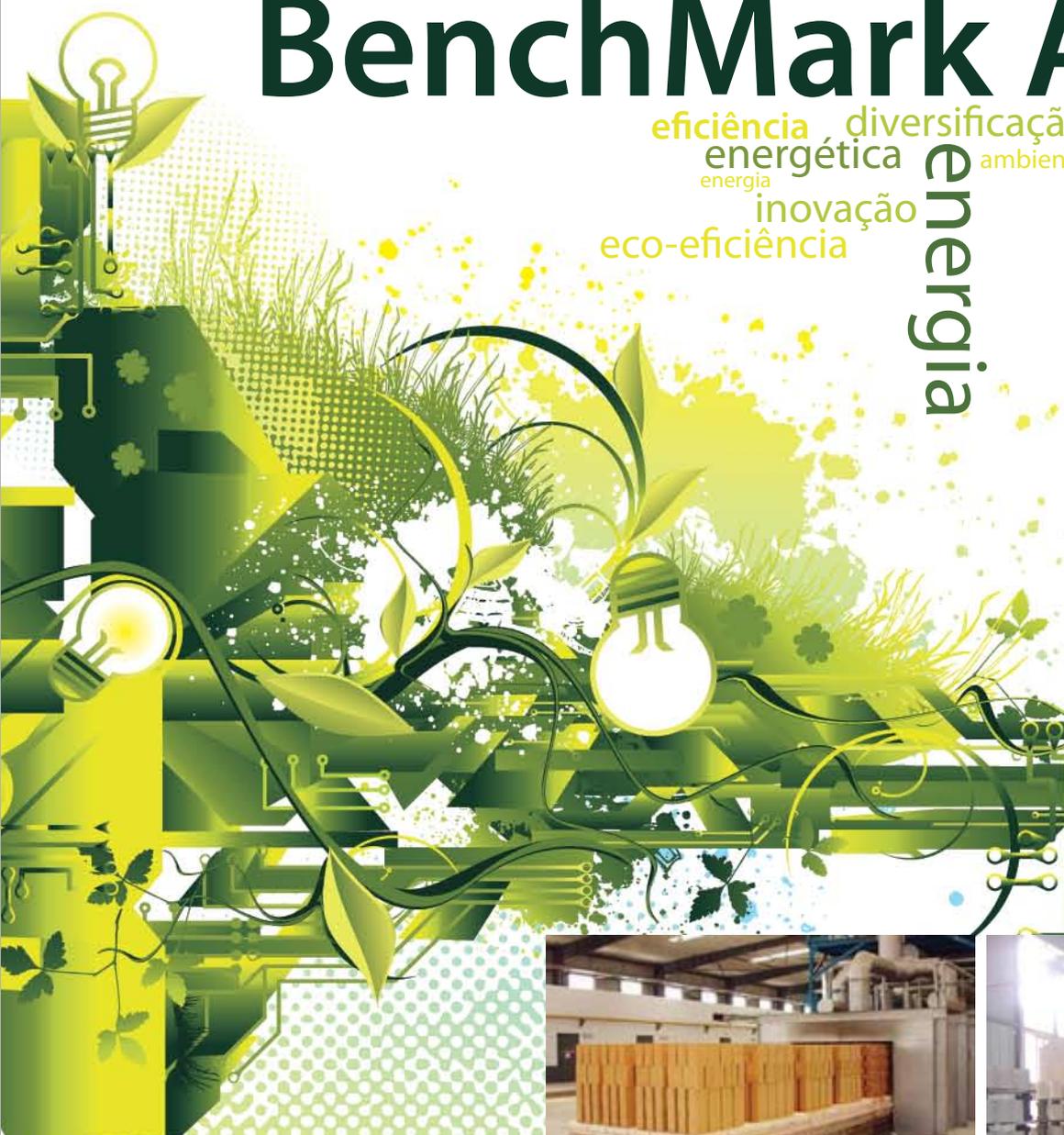
energia
eco-eficiência
desenvolvimento
sustentável

ambiente

BenchMark A+E

eficiência
energética
energia
eco-eficiência
diversificação
ambiente
inovação

energia



Manual de Produção + Limpa

• Indústria Cerâmica

Manual de Produção + Limpa

• Indústria Cerâmica



FICHA TÉCNICA

Entidade Promotora

AEP- Associação Empresarial de Portugal

Coordenação

Paulo Nunes de Almeida

Gabinete de Projectos Especiais

Florinda Alves

Castilho Dias

Equipa

Conceição Vieira

Joaquim Alves

André Silva

Manuela Roque

Título

Manual de Produção + Limpa da Indústria Cerâmica

Projecto

BenchMark A+E

Tiragens

100 exemplares

ISBN

978-972-8702-66-3

Depósito Legal

338674/12

Dezembro 2011

PREFÁCIO

A AEP – Associação Empresarial de Portugal, como entidade representativa do tecido empresarial nacional e atenta ao imperativo da competitividade das empresas portuguesas, tem promovido várias iniciativas nas áreas da competitividade/produktividade, energia, ambiente e responsabilidade social.

Um das mais recentes iniciativas foi o **Projecto “BenchMark A+E”** que teve como objectivo potenciar a competitividade das empresas, principalmente das PME, mediante um conjunto integrado de acções colectivas que pretendiam sensibilizar os empresários para as vantagens que a adopção das melhores práticas de gestão ambiental e gestão energética, identificadas por processos de Benchmarking Ambiental e Energético, podem representar, promovendo o desenvolvimento sustentável.

A AEP – Associação Empresarial de Portugal pretende continuar a assumir um papel de agente de mudança, indutor, junto do Universo Empresarial, de novos modelos organizacionais comprometidos com a Gestão Responsável e o Desenvolvimento Sustentável.

Uma das actividades previstas no Projecto intitula-se **“Manual de Produção + Limpa da Indústria Cerâmica”**.

Este documento, com especificidades e aplicações nos distintos sectores da Indústria Cerâmica, constitui uma preciosa fonte de informações e orientações para técnicos, empresários e todos os interessados na implementação de medidas ecologicamente correctas nas unidades fabris, usufruindo da conseqüente economia de matérias-primas, água e energia.

A AEP- Associação Empresarial de Portugal espera que a elaboração deste Manual de Produção + Limpa produza uma visão crítica, de modo a identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos, bem como potencie um aumento do conhecimento técnico, podendo assim, disseminar e promover o desenvolvimento de novas tecnologias com vista ao sucesso do desenvolvimento sustentável.



José António Ferreira de Barros

Presidente

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DA INDÚSTRIA CERÂMICA.....	10
2.1. Introdução.....	10
2.2. Indústria cerâmica nacional.....	11
2.3. Análise SWOT.....	20
3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....	22
3.1. Subsectores da indústria da cerâmica.....	22
3.1.1. <i>Subsector de cerâmica estrutural</i>	23
3.1.2. <i>Subsector de cerâmica de pavimentos e revestimentos</i>	27
3.1.3. <i>Subsector de cerâmica de louça sanitária</i>	30
3.1.4. <i>Subsector de cerâmica utilitária e decorativa</i>	33
3.1.5. <i>Subsector de cerâmicas especiais</i>	39
4. ASPECTOS E IMPACTES AMBIENTAIS.....	40
4.1. Identificação, avaliação e classificação dos aspectos ambientais.....	40
4.2. Aspectos ambientais associados à indústria cerâmica.....	42
4.2.1. <i>Etapas específicas do processo de fabrico</i>	43
4.2.2. <i>Serviços de apoio ou suporte ao processo de fabrico</i>	44
5. INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL.....	45
6. PRODUÇÃO + LIMPA.....	48
6.1. Consumo de matérias-primas e auxiliares.....	53
6.1.1. <i>Redução dos impactes causados pela extracção da matéria-prima (argila)</i>	54
6.1.2. <i>Controlo de qualidade na recepção de matérias-primas e auxiliares</i>	55
6.1.3. <i>Substituição de produtos químicos e auxiliares</i>	56
6.1.4. <i>Automatização de processos para redução dos desperdícios</i>	57
6.1.5. <i>Modificações das condições de armazenamento da matéria-prima ou dos equipamentos para minimização das perdas</i>	58
6.2. Consumo de água e emissão de águas residuais.....	60
6.2.1. <i>Instalação de contadores/caudalímetros</i>	63
6.2.2. <i>Identificação e prevenção das fugas de água</i>	64
6.2.3. <i>Análise do processo de produção e optimização do consumo de água consoante as necessidades da produção</i>	65
6.2.4. <i>Instalação de máquinas e equipamentos de baixo consumo</i>	67
6.2.5. <i>Redução do consumo de água e geração de águas residuais nas operações de lavagem</i>	68
6.2.6. <i>Redução do consumo de água e produção de águas residuais nas operações de refrigeração</i>	69
6.2.7. <i>Implementação de tecnologias de tratamento de águas residuais</i>	70
6.2.8. <i>Utilização de efluentes tratados</i>	74
6.2.9. <i>Utilização de águas pluviais</i>	75
6.2.10. <i>Melhores Tecnologias Disponíveis</i>	76
6.3. Resíduos.....	78
6.3.1. <i>Elaboração de um estudo de minimização de resíduos</i>	82
6.3.2. <i>Redução da produção de resíduos no processo produtivo</i>	90
6.3.3. <i>Redução do consumo de embalagens</i>	91

6.3.4. Avaliação da possibilidade de criar subprodutos derivados de resíduos gerados	92
6.3.5. Implementação de um sistema de gestão integrada dos resíduos produzidos	95
6.3.6. Melhores Tecnologias Disponíveis associadas à redução de resíduos	100
6.4. Energia.....	102
6.4.1. Promover uma gestão eficaz de energia na empresa - Implementação de um sistema de monitorização de energia -.....	104
6.4.2. Promover uma gestão eficaz de energia na empresa - Implementação de um sistema de gestão de energia segundo a norma ISO 50 001	106
6.4.3. Elaborar índices de eficiência energética	108
6.4.4. Optimizar a contratação e facturação energéticas	109
6.4.5. Optimizar as condições de aquisição e de operação dos motores eléctricos	110
6.4.6. Seleccionar os combustíveis a utilizar	114
6.4.7. Promover a economia de energia nas instalações de ar comprimido	115
6.4.8. Promover a economia de energia nas instalações de geração de vapor	118
6.4.9. Racionalizar o consumo de energia nos sistemas de iluminação	121
6.4.10. Racionalizar o consumo de energia em processos específicos	124
6.5. Emissões atmosféricas	126
6.5.1. Redução das emissões de material particulado	129
6.5.2. Redução das emissões gasosas	136
6.5.3. Melhores Tecnologias Disponíveis associadas às emissões atmosféricas	142
6.6. Ruído e vibrações	146
6.6.1. Melhores Tecnologias Disponíveis associadas ao ruído	148
7. SÍNTESE DE MEDIDAS DE P+L ASSOCIADAS ÀS VÁRIAS ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICO NA INDÚSTRIA CERÂMICA	149
8. BIBLIOGRAFIA	152

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição percentual do número de empresas pelos subsectores da indústria cerâmica, em 2009	12
Figura 2 - Distribuição percentual das empresas da indústria cerâmica por tipologia, em 2009.....	13
Figura 3 - Distribuição percentual da indústria cerâmica por localização geográfica, em 2009.....	14
Figura 4 - Evolução histórica da indústria cerâmica, quanto ao número de empresas, 2007-2009....	15
Figura 5 - Distribuição percentual do número de trabalhadores pelos subsectores da indústria cerâmica, em 2009.....	15
Figura 6 - Evolução da indústria cerâmica quanto ao número de trabalhadores, 2007-2009.....	16
Figura 7 - Distribuição percentual do volume de negócios pelos subsectores da cerâmica, 2009.....	17
Figura 8 - Evolução histórica da indústria cerâmica, quanto ao volume de negócios, no período 2007-2009 (em milhares de euros).....	18
Figura 9 - Classificação do sector cerâmico.....	22
Figura 10 - Fabrico de cerâmica estrutural.....	26
Figura 11 - Fabrico de pavimentos e revestimentos.....	29
Figura 12 - Processo de fabrico de louça sanitária.....	32
Figura 13 - Fabrico de louça em grés.....	36
Figura 14 - Fabrico de louça em faiança.....	37
Figura 15 - Fabrico de louça em porcelana (I).....	38
Figura 16 - Fabrico de louça em porcelana (II).....	39
Figura 17 - Fluxo de entradas e saídas por actividade da organização.....	41
Figura 18 - Fluxograma genérico das etapas produtivas nas indústrias cerâmicas, incluindo os principais aspectos ambientais de cada etapa.....	42
Figura 19 - Indicadores de desempenho ambiental.....	45
Figura 20 - Esquema da Produção + Limpa.....	48
Figura 21 - Fluxos de <i>inputs</i> e <i>outputs</i> a ter em conta na Produção + Limpa.....	49
Figura 22 - Etapas para a implementação da Produção + Limpa.....	52
Figura 23 - Instrução para sensibilização na detecção de fugas.....	64
Figura 24 - Agitador e tanque de homogeneização.....	71
Figura 25 - Sedimentadores de lamelas.....	71
Figura 26 - Filtros em profundidade.....	71
Figura 27 - Sistema de tratamento de águas residuais numa indústria de louça utilitária e decorativa	73
Figura 28 - Princípios da hierarquia da gestão de resíduos.....	79
Figura 29 - Árvore de decisão para a distinção entre resíduos e subprodutos.....	94
Figura 30 - Esquematização de um parque de resíduos	98
Figura 31 - Esquematização de um parque exclusivamente para resíduos perigosos.....	99
Figura 32 - Sistema de monitorização de Energia (SME).....	104
Figura 33 - Ciclo PDCA.....	106
Figura 34 - Motor.....	112
Figura 35 - Motor eléctrico em ambiente corrosivo.....	113
Figura 36 - Depósito de ar comprimido.....	116
Figura 37 - Circuito de ar comprimido.....	116
Figura 38 - Caldeira.....	118
Figura 39 - Queimador.....	119
Figura 40 - Caldeira de gás natural.....	119
Figura 41 - Aproveitamento de luz natural.....	121
Figura 42 - Lâmpadas em nave industrial.....	121
Figura 43 - Iluminação com sensores de presença.....	122
Figura 44 - Ventiladores cónicos.....	124
Figura 45 - Vista esquemática de um sistema de aproveitamento do calor residual utilizando um motor de co-geração	125
Figura 46 - Armazenamento da matéria-prima em nave fechada.....	129
Figura 47 - Tapete transportador de argila isolado.....	129

Figura 48 - Sistema de pulverização de água para a matéria-prima.....	129
Figura 49 - Vista esquemática de um filtro de mangas.....	130
Figura 50 - Vista esquemática de um filtro de lamelas.....	131
Figura 51 - Vista esquemática de um ciclone.....	132
Figura 52 - Vista esquemática de um precipitador electrostático.....	133
Figura 53 - Vista esquemática de um lavador tipo <i>Venturi</i>	134
Figura 54 - Vista esquemática de uma torre pulverizadora.....	134
Figura 55 - Sistema de depuração por via húmida instalado no processo de atomização.....	134
Figura 56 - Esquema de uma instalação de depuração de ácidos num forno de cozedura de cerâmicas com sistema de adição de reagentes e filtros de mangas.....	138
Figura 57 - Vista esquemática de adsorvedores de leito fixo do tipo cascata.....	139
Figura 58 - Vista esquemática de adsorvedores de módulos.....	140
Figura 59 - Vista esquemática de um sistema de depuração de gases com filtros de mangas + adição de reagente.....	141
Figura 60 - Vista esquemática de um sistema de depuração de gases com precipitadores electrostáticos + adição de reagente.....	141

Índice de Quadros

Quadro 1 - Composição da indústria cerâmica nacional, segundo a CAE Rev.3.....	11
Quadro 2 - Números da indústria cerâmica, em 2009.....	19
Quadro 3 - Análise SWOT da indústria cerâmica europeia.....	20
Quadro 4 - Análise SWOT da indústria cerâmica nacional.....	21
Quadro 5 - Exemplo de indicadores de desempenho ambiental.....	47
Quadro 6 - Vantagens da implementação de técnicas de Produção + Limpa.....	51
Quadro 7 - Resumo dos principais consumos de água e destino dos efluentes líquidos gerados no processo de fabrico da indústria cerâmica.....	61
Quadro 8 - Valores limites de emissão associados às melhores tecnologias disponíveis.....	77
Quadro 9 - Principais tipos de resíduos produzidos na indústria cerâmica.....	78
Quadro 10 - Emissões atmosféricas relevantes na indústria cerâmica e respectivas origens.....	127
Quadro 11 - Vantagens e inconvenientes do investimento num filtro de mangas.....	130
Quadro 12 - Vantagens e inconvenientes do investimento num filtro de lamelas.....	131
Quadro 13 - Vantagens e inconvenientes do investimento num ciclone.....	132
Quadro 14 - Vantagens e inconvenientes do investimento num precipitador electrostático.....	133
Quadro 15 - Vista esquemática de separadores de partículas por via húmida.....	134
Quadro 16 - Tabela ilustrativa das áreas de aplicação para cada uma das tecnologias aplicadas.....	135
Quadro 17 - Vantagens e inconvenientes do investimento num adsorvedor de leito fixo do tipo cascata.....	139
Quadro 18 - Vantagens e inconvenientes do investimento num adsorvedor de módulos.....	140
Quadro 19 - VLE de compostos inorgânicos associados às MTD.....	144

1. INTRODUÇÃO

A busca das empresas por assimetrias que lhes tragam vantagem competitiva, tem sido uma constante. Uma nova ordem mundial, nas últimas décadas, tem trazido as questões ambientais e suas consequências, para um mundo que já não dispõe de capacidade suficiente de absorção da carga poluidora existente. As empresas ficam então perante uma situação de escolha.

A procura de resultados finais, ecologicamente correctos, torna-se, com isso, uma restrição ou uma oportunidade, cabendo às empresas decidir.

Com a **Produção + Limpa (Produção mais Limpa/P+L)** é possível um desenvolvimento industrial que congregue o necessário ganho económico com a imprescindível adequação ambiental.

Em linhas gerais, o conceito de P+L pode ser resumido com uma série de estratégias práticas e condutas económicas, ambientais e técnicas, que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente por meio de acções preventivas, ou seja, evitando a produção de poluentes ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados.

Na prática, essas estratégias podem ser aplicadas a processos, produtos e até mesmo serviços, e incluem alguns procedimentos fundamentais que inserem a P+L nos processos de produção. Dentre eles, é possível citar a redução ou eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água ou energia, redução na geração de resíduos e efluentes, e reutilização, entre outros.

As vantagens são significativas para todos os envolvidos, do indivíduo à sociedade, do país ao planeta. Mas é a empresa que obtém os maiores benefícios para o seu próprio negócio. Para ela, a P+L reverte em redução de custos de produção; aumento de eficiência e competitividade; diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades; ampliação das suas perspectivas de actuação no mercado interno e externo; maior acesso a linhas de financiamento; melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais e a sociedade, entre outros.

É importante destacar que a P+L é um processo de gestão que abrange diversos níveis da empresa, da gestão de topo aos diversos colaboradores. Trata-se não só de mudanças organizacionais, técnicas e operacionais, mas também de uma mudança cultural que necessita de comunicação para ser disseminada e incorporada ao dia-a-dia de cada colaborador.

É uma tarefa desafiante, e que, por isso mesmo, consiste numa excelente oportunidade. Com a P+L, é possível construir uma visão de futuro para a empresa, aperfeiçoar as etapas de planeamento, expandir e ampliar o negócio, e o mais importante: obter simultaneamente benefícios ambientais e económicos na gestão dos processos.

Ao longo dos vários capítulos do Manual de Produção + Limpa do Sector da Cerâmica, foi feita uma abordagem aos processos produtivos, aspectos ambientais e apresentadas várias medidas de Produção + Limpa com indicação dos benefícios ambientais e aspectos económicos.

A AEP – Associação Empresarial de Portugal não pretende, de modo algum, que as ideias vertidas neste manual esgotem este assunto. Antes de serem um ponto final, pretende-se que sejam um ponto de partida para que cada empresa inicie ou continue a sua busca por um desempenho ambiental cada vez mais sustentável.

A AEP – Associação Empresarial de Portugal espera que este Manual se torne uma das bases para a construção de um projecto de sustentabilidade na gestão das empresas do sector da cerâmica.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DA INDÚSTRIA CERÂMICA

2.1. Introdução

Proveniente do grego *Keramiké*, cerâmica designava inicialmente o trabalho de execução de louça de barro embora o seu campo se tenha expandido, abrangendo outras técnicas e materiais. No fabrico dos objectos cerâmicos podem ser utilizadas várias pastas e processos de cozedura que variam entre os 700°C do barro comum aos 1350°C da porcelana. As técnicas para trabalhar estes materiais admitem três variantes: o modelado (manual), o moldado (molde) e o construído (colagem). A ornamentação das peças pode ser obtida por incisão, por pintura ou por relevo. As cores utilizadas em cerâmica têm origem mineral para não serem consumidas pelo calor. A cor final do mineral depende da temperatura de cozedura.

A cerâmica é um produto caracterizado pela forma e resultante da moldagem a frio de uma matéria inorgânica argilosa posteriormente endurecida pelo calor.

A desintegração dos granitos, gneisses ou pórfiros, e dos seus feldspatos, originam as matérias-primas que constituem as argilas.

A propriedade essencial destas reside em se transformarem por acção da água em pastas plásticas moldáveis, que solidificam por secagem e endurecem por cozedura.

Porque são muito variadas, também variam os métodos de manipulação e cozedura, originando produtos cerâmicos diferentes: *terracota* (barro cozido); *faiança engobada*, se o revestimento é terroso; *faiança vidrada*, se o revestimento é vítreo e transparente; *faiança esmaltada*, se o revestimento é vítreo e opaco; *grés* (pasta compacta, dura, podendo ser esmaltada ou revestida de película vítrea obtida por fusão de sal); *porcelana* (pasta compacta branca, dura); e *biscuit*.

A cerâmica surgiu no período de transição do Mesolítico para o Neolítico, ao iniciar-se o desenvolvimento da agricultura.

As primeiras técnicas dependeram do grau de civilização de cada cultura e da sua relação com outros povos.

Em Portugal, a cerâmica popular produz essencialmente formas úteis e caracteriza-se por barros negros, em Chaves, Vila Real, Viseu, Molelos e Flor de Rosa; barros vermelhos, sobretudo em Barcelos, Miranda do Corvo, Caldas da Rainha, Mafra, Estremoz, Viana do Alentejo e Bringel; barros brancos, em Leiria e Loulé.

A produção da faiança portuguesa iniciou-se no final do século XVI com a importação de artífices andaluzes, desenvolvendo-se no decurso do século XVII à custa da interpretação, geralmente em azul e branco, de motivos de inspiração oriental, barrocos ou heráldicos.

Com a cerâmica é possível o fabrico de tijolos, telhas, peças para grelhagem, entre outros. O processo de fabrico compreende as seguintes etapas: preparação da pasta (barro ou argila); formação das peças; secagem e cozedura.

A matéria-prima é transportada por carros de mão ou correias até ao local de elaboração. Aí é introduzida no amassador, no qual é triturada e misturada com água, até se obter uma pasta plástica e homogénea.

Depois de certo período de cura (apodrecimento da pasta), a massa é cortada e moldada consoante os objectos pretendidos.

Em Portugal, segundo os dados mais recentes disponibilizados pelo INE – Instituto Nacional de Estatística, referentes ao ano de 2009, a Indústria Cerâmica era composta por 1 330 empresas, que empregavam 19 229 trabalhadores e geravam um volume de negócios na ordem dos 1020 milhões de euros. Analisando a sua preponderância na Indústria Transformadora portuguesa, o tecido empresarial da Indústria Cerâmica correspondia a 1,8% das empresas a operar na Indústria Transformadora, a 2,7% do pessoal ao serviço e a 1,4% do volume de negócios.

2.2. Indústria cerâmica nacional

A Indústria Cerâmica portuguesa engloba diversas actividades, que se passam a enumerar, de acordo com a Classificação das Actividades Económicas, CAE Rev.3, estipulada pelo Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro:

Quadro 1 – Composição da indústria cerâmica nacional, segundo a CAE Rev.3

CAE	ACTIVIDADE
	INDÚSTRIA CERÂMICA
23 2	<i>Fabricação de produtos cerâmicos refractários</i>
23200	Fabricação de produtos cerâmicos refractários
23 3	<i>Fabricação de produtos cerâmicos para a construção</i>
23311	Fabricação de azulejos
23312	Fabricação de ladrilhos, mosaicos e placas de cerâmica
23321	Fabricação de tijolos
23322	Fabricação de telhas
23323	Fabricação de abobadilhas
23324	Fabricação de outros produtos cerâmicos para a construção
23 4	<i>Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários</i>
23411	Olaria de barro
23412	Fabricação de artigos de uso doméstico de faiança, porcelana e grés fino
23413	Fabricação de artigos de ornamentação de faiança, porcelana e grés fino
23414	Actividades de decoração de artigos cerâmicos de uso doméstico e ornamental
23420	Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários
23430	Fabricação de isoladores e peças isolantes em cerâmica
23440	Fabricação de outros produtos em cerâmica para usos técnicos
23490	Fabricação de outros produtos cerâmicos não refractários

Como se pode ver, a Indústria Cerâmica portuguesa é composta por três subsectores base, que são os que correspondem a um código CAE de três dígitos, a saber:

- CAE 23 2 - *Fabricação de produtos cerâmicos refractários*
- CAE 23 3 - *Fabricação de produtos cerâmicos para a construção*
- CAE 23 4 - *Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários*

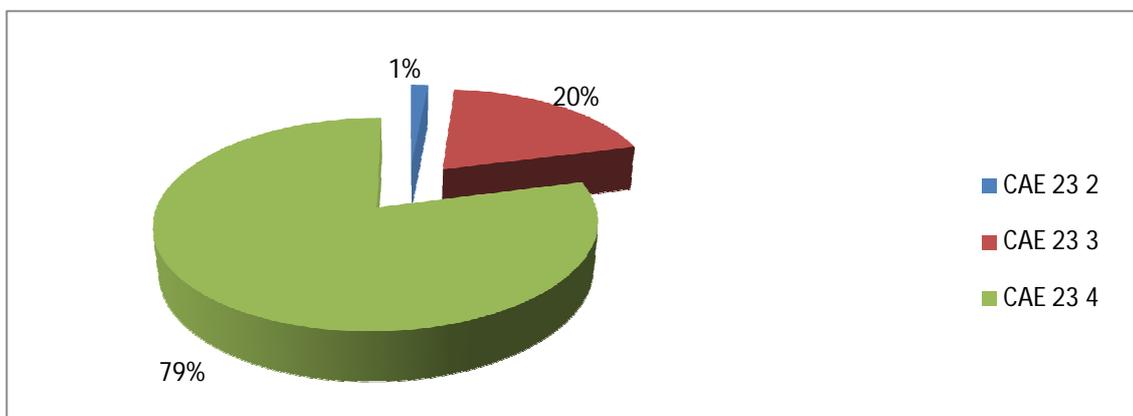
No âmbito destes três subsectores encontram-se as quinze actividades económicas que compõem a Indústria Cerâmica nacional.

De acordo com os dados estatísticos mais recentes, divulgados pelo INE – Instituto Nacional de Estatística, referentes ao ano de 2009, a Indústria Cerâmica apresentava a seguinte estrutura, em termos do número de empresas, trabalhadores e volume de negócios:

- **Número de Empresas:** 1 330
- **Pessoal ao Serviço:** 19 229
- **Volume de Negócios:** 1 019 958 863 €

EMPRESAS

Analise-se agora a preponderância dos subsectores e das diferentes actividades económicas no seio da Indústria Cerâmica, recorrendo ao gráfico apresentado na figura 1:



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 1 – Distribuição percentual do número de empresas pelos subsectores da indústria cerâmica, em 2009

Como se vê, cerca de 79% das empresas que constituem a Indústria Cerâmica nacional operam na CAE 234 – Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários.

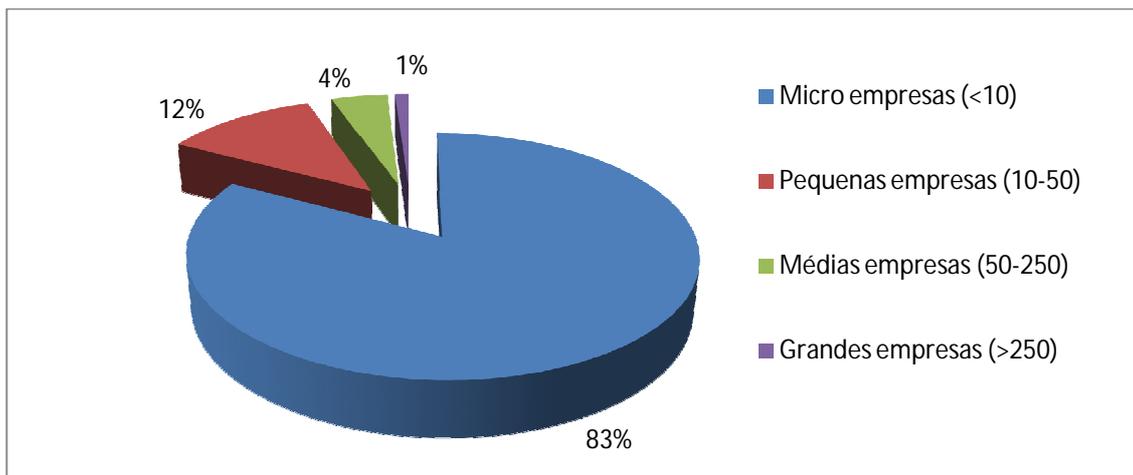
Em valores absolutos, isto é o mesmo que dizer que das 1 330 empresas que exercem a sua actividade na Indústria Cerâmica, 1 052 pertencem à CAE 23 4.

As actividades que mais contribuem para esta realidade são a Olaria de barro (CAE 23 411), em que operam 526 empresas, a Fabricação de artigos de ornamentação de faiança, porcelana e grés fino (CAE 23 413), em que operam 248 empresas e a Fabricação de artigos de uso doméstico de faiança, porcelana e grés fino (CAE 23 412), em que operam 159 empresas.

A CAE 23 3 – Fabricação de produtos cerâmicos para a construção, é o segundo subsector mais representativo quanto ao número de empresas (20% ou 259 empresas), seguindo-se a CAE 23 2 – Fabricação de produtos cerâmicos refractários (1% ou 19 empresas).

Qualificando o tecido empresarial da Indústria Cerâmica, utilizando a Recomendação da Comissão n.º 2003/361/CE como referência, conclui-se que se trata de um ramo da economia nacional fortemente dominado pelas micro empresas (empresas com menos de dez trabalhadores e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 2 milhões de euros), uma vez que estas correspondem a 83% (1.102 empresas) do total de empresas presentes na Indústria Cerâmica. As pequenas empresas (empregam menos de 50 pessoas e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 10 milhões de euros) surgem no segundo lugar, uma vez que existem 157 empresas dedicadas à cerâmica pertencentes a esta tipologia em solo nacional, seguindo-se as empresas de média dimensão (com uma força de trabalho entre as 50 e as 250 pessoas), estando contabilizadas 58 empresas e, por fim, as empresas de grande dimensão (com uma força de trabalho superior a 250 pessoas), que são apenas 13.

A estrutura da Indústria Cerâmica, em termos da dimensão das empresas, encontra-se representada na figura seguinte.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 2 – Distribuição percentual das empresas da indústria cerâmica por tipologia, em 2009

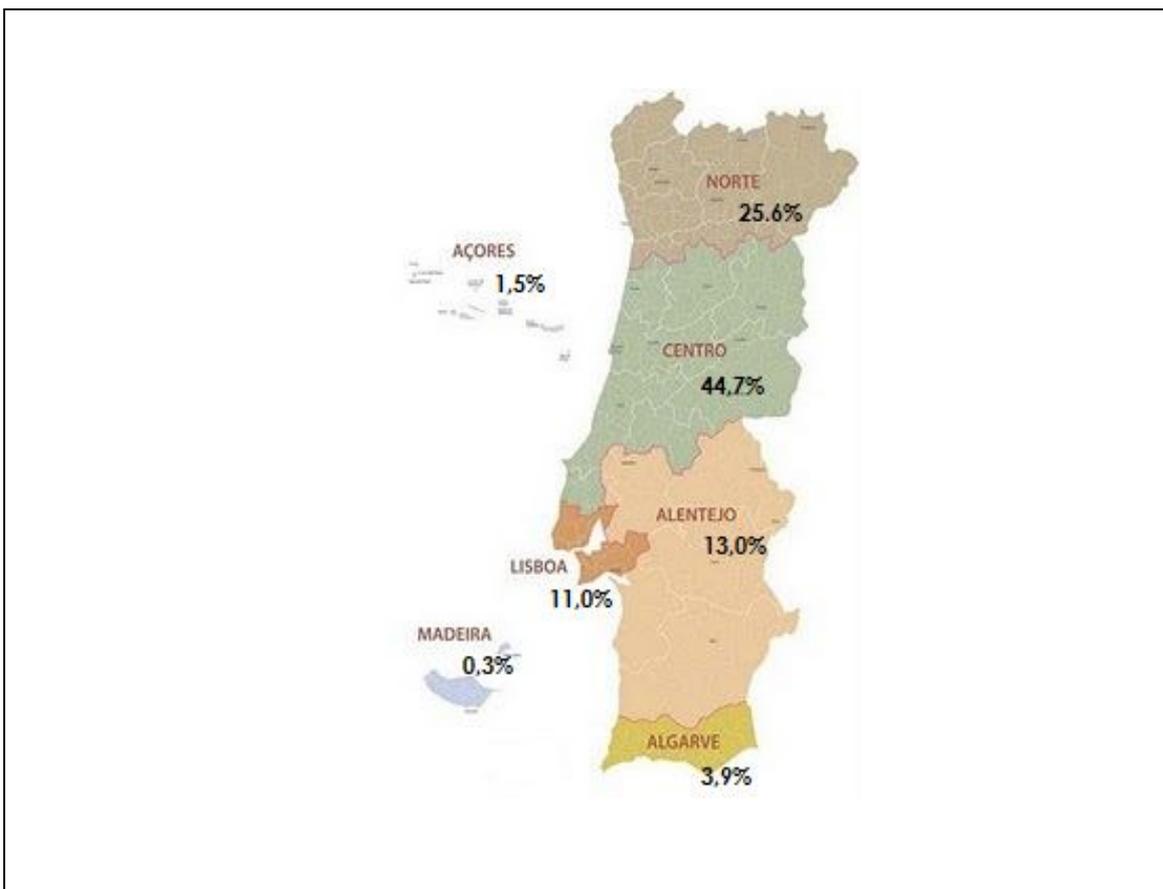
Prestando atenção agora à distribuição geográfica das empresas da Indústria Cerâmica, utilizando como referência a divisão territorial preconizada pela Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais Estatísticas (NUTS), de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1059/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de Maio de 2003, facilmente se conclui que esta é uma actividade fortemente enraizada na região centro, espaço que agrega 45% das empresas e na região norte do país, área onde operam cerca de 25% das empresas da Indústria Cerâmica.

O “domínio” da região centro é comum a todos os subsectores da Indústria Cerâmica e a quase todas as suas actividades económicas, excepção feita para a Olaria de barro (CAE 23 411), localizada predominantemente a norte, para as actividades de decoração de artigos cerâmicos de uso doméstico e ornamental (CAE 23 414), actividades onde a relevância das regiões norte e centro é similar, e para a Fabricação de azulejos (CAE 23 311), em que as empresas se repartem pelas regiões centro e Lisboa.

Estando a Indústria Cerâmica predominantemente localizada entre o centro e o norte do país, esta pode-se encontrar um pouco por todo o país, sendo que diferentes actividades da Indústria Cerâmica podem ser encontradas concentradas em diferentes regiões.

As zonas de maior concentração do Sector são a região do Cávado, Baixo Vouga, Pinhal Litoral, Centro Oeste, Grande Lisboa e Alentejo Central, mas existem outras regiões com relevância ao nível de algumas das actividades da Indústria Cerâmica.

A distribuição geográfica das empresas da Indústria Cerâmica nacional pode ser observada na figura seguinte.



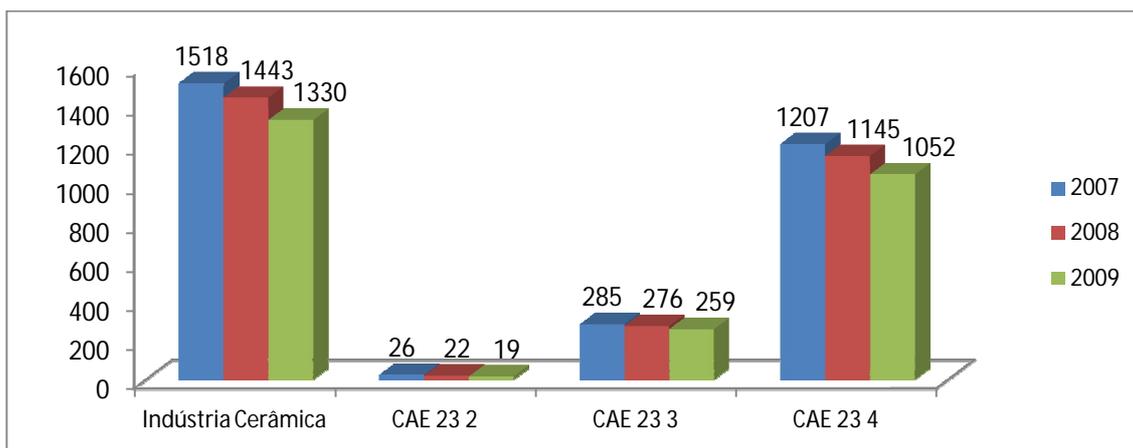
Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 3 – Distribuição percentual da indústria cerâmica por localização geográfica, em 2009

Analisando em termos históricos a evolução da Indústria Cerâmica e dos seus subsectores, é notória uma quebra acentuada no número de empresas de ano para ano: Se em 2009, o INE registava 1 330 empresas a operar na Indústria Cerâmica, recuando até 2007 encontram-se 1.518 empresas, o que revela uma queda superior a 12% em apenas dois anos, correspondendo a um saldo negativo de 188 empresas.

Esta queda no número de empresas da Indústria Cerâmica reflectiu-se em todos os seus subsectores, registando-se uma descida de 27% na CAE 23 2 – Fabricação de produtos cerâmicos refractários, de 9% na CAE 23 3 - Fabricação de produtos cerâmicos para a construção e de 13% na CAE 23 4 - Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários, como se pode ver na figura seguinte.

As únicas actividades económicas, dentro das 15 que compõem a Indústria Cerâmica nacional, que escapam a esta tendência são as Actividades de decoração de artigos cerâmicos de uso doméstico e ornamental (CAE 23 414) e a Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários (CAE 23 420), que viram o seu tecido empresarial crescer em 18% e 6%, respectivamente, no período em análise. A CAE 23 490 - Fabricação de outros produtos cerâmicos não refractários, manteve o seu número de empresas inalterado entre 2007 e 2009.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

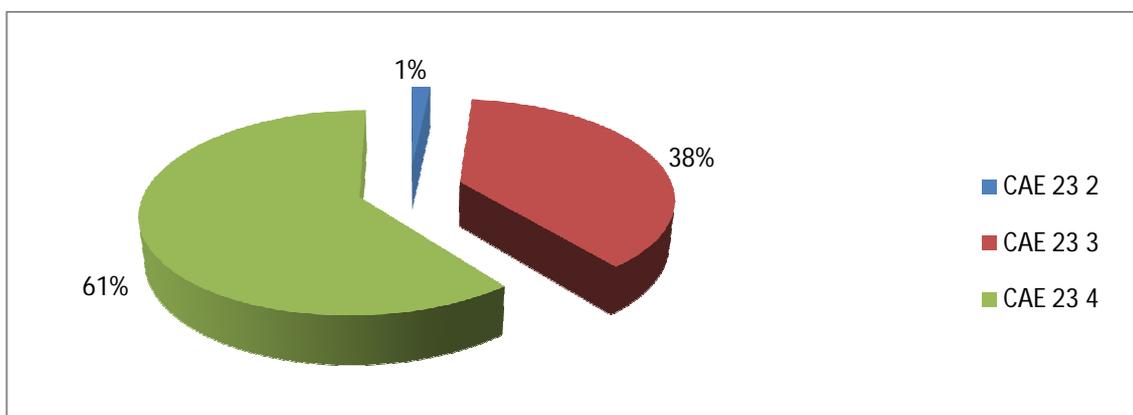
Figura 4 - Evolução histórica da indústria cerâmica, quanto ao número de empresas, 2007-2009

TRABALHADORES

Relativamente ao número de trabalhadores, a situação não apresenta grandes diferenças comparativamente à distribuição sectorial que se registava em termos do número de empresas, continuando a CAE 23 4 – Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários, a ser a mais representativa, empregando mais de 60% dos trabalhadores da Indústria Cerâmica, em grande medida devido ao peso da CAE 23 412 - Fabricação de artigos de uso doméstico de faiança, porcelana e grés fino, que emprega cerca de 5 400 pessoas.

No entanto, o equilíbrio altera-se, comparativamente à distribuição sectorial em termos do número de empresas, com a CAE 23 3 - Fabricação de produtos cerâmicos para a construção, que representa cerca de 19% das empresas da Indústria Cerâmica e que assume aqui um peso superior a 38%, em termos do número de trabalhadores ao serviço, como se pode ver na figura seguinte.

As actividades da Indústria Cerâmica que mais recorrem a mão-de-obra são a CAE 23 412 - Fabricação de artigos de uso doméstico de faiança, porcelana e grés fino, como foi já referido, a CAE 23 312 - Fabricação de ladrilhos, mosaicos e placas de cerâmica e a CAE 23 420 - Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 5 – Distribuição percentual do número de trabalhadores pelos subsectores da indústria cerâmica, em 2009

Se as micro empresas são a tipologia com maior preponderância na Indústria Cerâmica, não são seguramente as maiores empregadoras. De facto, apenas cerca de 11% dos trabalhadores exerciam actividade em micro empresas em 2009, enquanto 36% faziam-no em empresas de grande dimensão, 34% em empresas de média dimensão e os restantes 19% em empresas de pequena dimensão.

Em termos da dispersão geográfica dos trabalhadores, 14 889 das 19 229 pessoas ao serviço na Indústria Cerâmica, ou seja, 77% do total, em 2009, estavam fixadas na região centro do país.

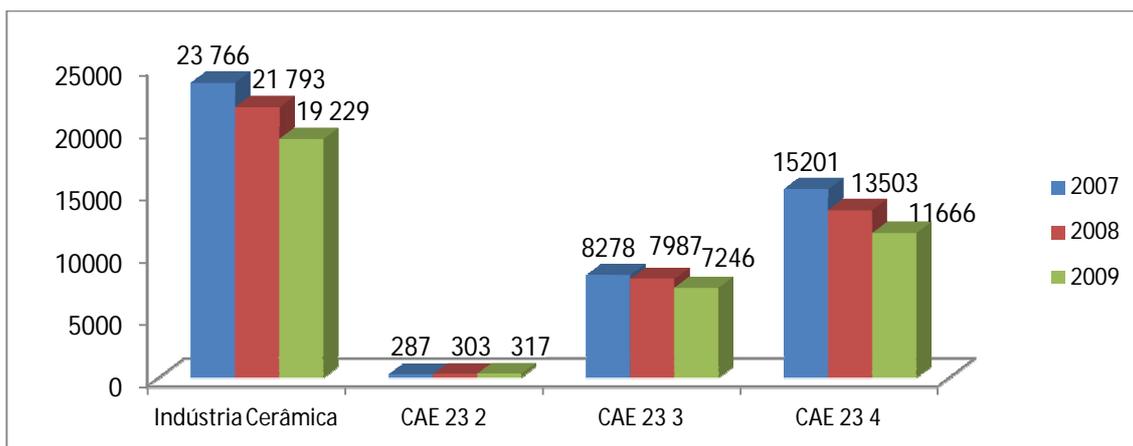
A análise da evolução do Sector Cerâmico, em termos históricos, revela-nos que é notória uma quebra acentuada no número de trabalhadores, tal como acontecera já relativamente ao número de empresas, de ano para ano: Se em 2009, o INE registava 19 229 trabalhadores a laborar na Indústria Cerâmica, recuando até 2007, esse valor atingia os 23 766, o que é revelador de uma descida de cerca de 19% no número de trabalhadores.

Esta queda no número de trabalhadores da Indústria Cerâmica reflectiu-se nos subsectores referentes à CAE 23 3 - Fabricação de produtos cerâmicos para a construção e à CAE 23 4 - Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários, registando-se a maior descida, em termos proporcionais, no segundo, que prescindiu de 23% da sua força de trabalho, no período em análise. A excepção foi o subsector correspondente à CAE 23 2 - Fabricação de produtos cerâmicos refractários, que aumentou a sua força de trabalho em 10%.

As diminuições tiveram mais impacto na CAE 23 413 - Fabricação de artigos de ornamentação de faiança, porcelana e grés fino, que prescindiu de mais de 40% da sua força de trabalho em apenas 2 anos, na CAE 23 321 - Fabricação de tijolos e na CAE 23 323 - Fabricação de abobadilhas.

Em termos reais, esta descida levou ao desaparecimento efectivo de 4 537 postos de trabalho na Indústria Cerâmica, entre 2007 e 2009, correspondendo à extinção de 1 032 postos de trabalho na CAE 23 3 e 3 535 postos de trabalho na CAE 23 4.

A figura seguinte ilustra a evolução do emprego na Indústria Cerâmica e seus subsectores no período compreendido entre os anos de 2007 e 2009.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 6 – Evolução da indústria cerâmica quanto ao número de trabalhadores, 2007-2009

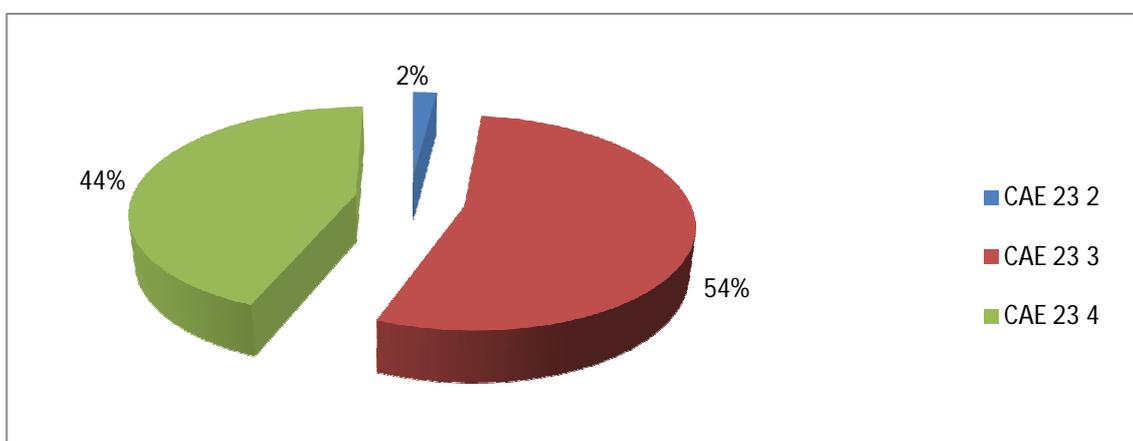
Conclui-se então que o subsector correspondente à CAE 23 4 - Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários, é o que reúne mais empresas e que emprega mais pessoas.

VOLUME DE NEGÓCIOS

No entanto, o subsector gerador de maior volume de negócios é o correspondente à CAE 23 3 - Fabricação de produtos cerâmicos para a construção, que foi responsável, em 2009, por vendas e prestações de serviços no valor de 553 milhões de euros, acima dos 453 milhões de euros registados na CAE 23 4. A CAE 23 2 ficou-se pelos 14 milhões de euros.

As actividades da Indústria Cerâmica que geraram maiores volumes de negócios foram a CAE 23 312 - Fabricação de ladrilhos, mosaicos e placas de cerâmica (375 milhões de euros), a CAE 23 420 - Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários (187 milhões de euros) e a CAE 23 412 - Fabricação de artigos de uso doméstico de faiança, porcelana e grés fino (167 milhões de euros).

Em termos relativos, a CAE 23 3 é representativa de 54% do volume de negócios registado pela Indústria Cerâmica em 2009, enquanto a CAE 23 4 é responsável por 44% e a CAE 23 2 pelos restantes 2%, como se pode comprovar pela análise da figura seguinte.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 7 – Distribuição percentual do volume de negócios pelos subsectores da cerâmica, em 2009

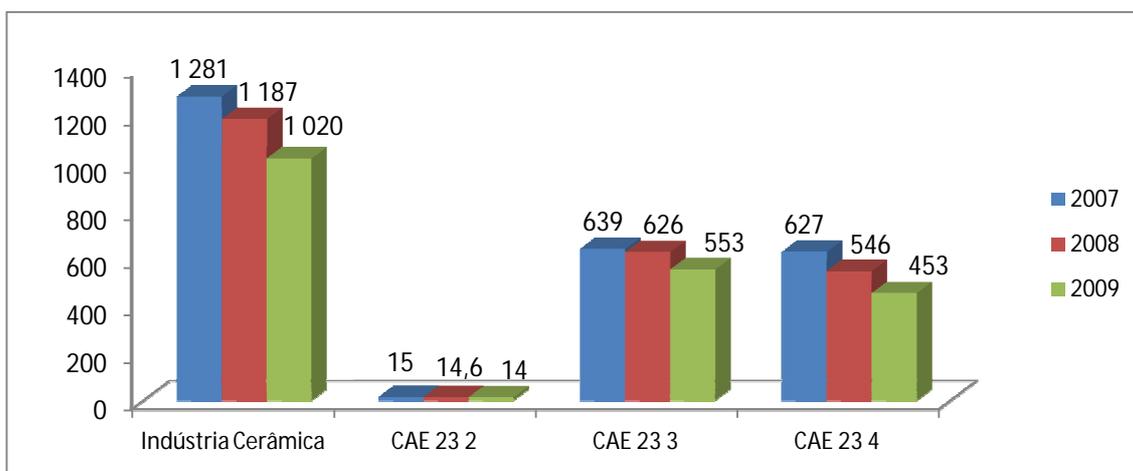
Quanto à distribuição do volume de negócios pelas diferentes tipologias empresariais, são as empresas de grande e média dimensão as maiores geradoras de riqueza, sendo portanto, as que mais contribuem para o volume de negócios apresentado pela Indústria Cerâmica, assim como as que mais empregam. De facto, em 2009, as empresas de grande dimensão, ou seja, com uma força de trabalho superior a 250 trabalhadores, geraram mais de 482 milhões de euros, enquanto as empresas de média dimensão atingiram um volume de negócios a rondar os 350 milhões de euros. As micro e pequenas empresas arrecadaram cerca de 18 milhões de euros.

Em termos geográficos, a região centro do país é inquestionavelmente a que contribui com a maior parte do volume de negócios gerado, sendo responsável por 852 928 083 €, em 2009, ou seja, 84% do volume de negócios da Indústria Cerâmica no seu conjunto.

Relativamente à evolução histórica do volume de negócios e acompanhando a tendência registada em termos do número de empresas e de trabalhadores, entre 2007 e 2009, registam-se descidas no volume de negócios de todos os subsectores da Indústria Cerâmica nacional. De facto, no período analisado, regista-se uma quebra superior a 20% no volume de negócios da Indústria Cerâmica, o correspondente a mais de 260 milhões de euros.

Ao nível das actividades individuais da Indústria Cerâmica, a maior queda registou-se na CAE 23 413 - Fabricação de artigos de ornamentação de faiança, porcelana e grés fino, que ultrapassou os 46% em apenas dois anos, registando-se descidas superiores a 30% também na CAE 23 231 - Fabricação de tijolos e na CAE 23 323 - Fabricação de abobadilhas.

O subsector que mais caiu foi o correspondente à CAE 23 4 - Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários, que viu o seu volume de negócios decrescer de 627 milhões de euros em 2007 para 453 milhões de euros em 2009, enquanto o subsector que apresentou os resultados menos negativos foi o correspondente à CAE 23 2 - Fabricação de produtos cerâmicos refractários, que viu o seu volume de negócios retrair cerca de 1 milhão de euros, no mesmo período. O subsector da Fabricação de produtos cerâmicos para a construção (CAE 23 3), caiu de 639 milhões de euros para 553 milhões de euros, no mesmo período.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 8 – Evolução histórica da indústria cerâmica, quanto ao volume de negócios, no período 2007-2009 (em milhares de euros)

NÚMEROS DO SECTOR

O quadro seguinte apresenta um resumo da informação apresentada anteriormente relativa às empresas, trabalhadores e volumes de negócios da Indústria Cerâmica nacional, adicionando os resultados encontrados para o Valor Acrescentado Bruto (VAB) e para a Produção, no ano de 2009.

Como se pode ver, a CAE 23 4 - Fabricação de outros produtos de porcelana e cerâmicos não refractários, é aquela onde mais empresas operam e onde mais trabalhadores cumprem funções. No entanto, a CAE 23 3 - Fabricação de produtos cerâmicos para a construção é a que apresenta maior volume de negócios e níveis de produção.

Em 2009, havia 1 330 empresas a operar na Indústria Cerâmica, empregando 19 229 pessoas, enquanto o volume de negócios atingiu os 1 020 milhões de euros, o VAB os 389 milhões de euros e a produção os 956 milhões de euros.

Quadro 2 – Números da indústria cerâmica, em 2009

CAE	Empresas		Pessoal Serviço		Volume Negócios		VAB		Produção	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
23 2	19	1,4	317	1,6	14 015 991	1,4	5 581 400	1,4	13 507 085	1,4
23 3	259	19,5	7 246	37,7	553 226 158	54,2	189 280 972	48,7	541 244 084	56,6
23 4	1 052	79,1	11 666	60,7	452 716 714	44,4	193 718 700	49,9	401 026 408	42,0
TOTAL	1 330	100	19 229	100	1 019 958 863	100	388 581 072	100	955 777 577	100

Fonte: Instituto Nacional de Estatística

2.3. Análise SWOT

A análise SWOT consiste na avaliação da posição competitiva do sector da Cerâmica no mercado através do recurso a uma matriz de dois eixos, cada um dos quais composto por duas variações: Pontos fortes (Strengths) e pontos fracos (Weaknesses) da Indústria Cerâmica, oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats) do meio envolvente.

De seguida, apresenta-se uma análise SWOT da Indústria Cerâmica a nível europeu, identificando as suas forças e fraquezas, bem como as oportunidades e ameaças que se lhe afiguram.

Quadro 3 – Análise SWOT da Indústria cerâmica europeia

ANÁLISE SWOT	
PONTOS FORTES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">● Inovação● Produtores de Alta Qualidade● Design e Marcas● Rápida Resposta a alterações no mercado● Nova Tecnologia nos Processos de Produção● Conhecimento nos <i>Clusters</i>	<ul style="list-style-type: none">● Fusões e Aquisições● Especialização● Acesso a novos mercados● Proximidade dos clientes● Desenvolvimento de Tecnologias limpas
PONTOS FRACOS	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none">● Baixa Flexibilidade na Produção● Processo de Produção em fase madura● Elevadas Barreiras à Entrada:<ul style="list-style-type: none">× Custos Afundados× Economias de Escala× Canais de Distribuição	<ul style="list-style-type: none">● Competição de Baixo Custo● Procura Volátil● Países emergentes, como a China● Aumento do Preço da Energia● Regulamentação Ambiental e SST● Materiais Substitutos● Barreiras Comerciais

Fonte: *Ecorys*

Naturalmente, sendo Portugal parte integrante da União Europeia partilha a matriz definida anteriormente para a Indústria Cerâmica europeia. No entanto, a Indústria Cerâmica nacional, apresenta necessariamente as suas especificidades. Nesse sentido, apresenta-se de seguida uma análise SWOT referente à Indústria Cerâmica nacional e publicada no Plano Estratégico para o sector da Cerâmica em Portugal/2009.

Quadro 4 – Análise SWOT da Indústria cerâmica nacional

ANÁLISE SWOT

PONTOS FORTES

- Notoriedade da Cerâmica de Portugal aliada à tradição nacional e fabrico artesanal
- Qualidade das matérias-primas nacionais
- Relação qualidade/preço dos produtos
- Instituições de Ensino e Formação com valências nas áreas tecnológicas e design
- Capacidade de adaptação
- Boa capacidade de penetração em novos mercados
- Capacidade de desenvolvimento/lançamento de novos produtos
- Instituições de Sistema Científico e Tecnológico com valências nas áreas tecnológicas e design
- Alguma concentração empresarial propiciadora de uma dinâmica de cluster
- Vantagens do material cerâmico comparativamente com materiais sintéticos

PONTOS FRACOS

- Desvalorização da imagem *Made in Portugal* face a outros produtos europeus
- Reduzido valor acrescentado dos produtos
- Peso elevado e dificuldade de instalação dos produtos face a produtos substitutos
- Reduzida focalização no utilizador final e no serviço
- Dificuldade de atracção de Recursos Humanos qualificados
- Necessidade de formação contínua a nível dos quadros intermédios (“cultura industrial”) e gestão avançada
- Reduzida flexibilidade da produção
- Baixa produtividade face aos países concorrentes
- Elevadas barreiras à entrada
- Reduzida integração de conhecimento para obtenção de novas soluções de elevado valor acrescentado
- Dificuldade na protecção de direitos de protecção industrial
- Reduzida disponibilidade ao nível da realização de parcerias estratégicas internacionais
- Reduzidas economias de escala
- Potencial de melhoria dos processos

OPORTUNIDADES

- Utilização de selos e certificações nas estratégias de comunicação
- Novos nichos de mercado e tendências de consumo
- Políticas de renovação de cidades
- Efeito da crise económica mundial no comportamento de mercados de maior valor acrescentado
- Programas de formação\qualificação continua e Programas para integração de jovens qualificados
- Tecnologia disponível e exemplos de boas práticas ao nível da alteração de layout dos processos
- Programas de financiamento ao Empreendedorismo
- Programas de cooperação com entidades de Sistema Científico e Tecnológico
- Desenvolvimentos científicos e tecnológicos ao nível dos materiais
- Novas técnicas construtivas
- Cluster “*Habitat Sustentável*”
- Ecodesign de produtos e tecnologias limpas
- Futura regulamentação relativa à construção sustentável
- Utilização de energias alternativas\cogeração

AMEAÇAS

- Países concorrentes com grande notoriedade da respectiva marca
- Crise económica global e seu efeito na redução da procura nos mercados tradicionais
- Volatilidade da procura\forte dependência do sector da construção
- Produtos substitutos
- Barreiras alfandegárias
- Concorrência *low-cost*
- Tendência a nível da UE para diminuição da mão-de-obra disponível qualificada
- Aumento dos custos de energia
- Aumento dos custos de transporte
- Acessos a fornecimentos de origem internacional
- Concorrência internacional nos segmentos de maior valor acrescentado
- Focalização das actividades de I&D para o desenvolvimento de produtos substitutos
- Perda de competitividade das empresas portuguesas face a um tecido empresarial da UE cada vez mais concentrado numa lógica de *cluster*
- Políticas ambientais, de segurança e saúde não equiparáveis entre os países concorrentes

Fonte: Plano Estratégico para o sector da Cerâmica em Portugal/2009

3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

3.1. Subsectores da indústria cerâmica

Neste capítulo serão descritos os processos de fabrico mais utilizados pelos diferentes subsectores da indústria cerâmica. Esta indústria engloba um grande leque de produtos e de processos produtivos. Como consequência, os subsectores apresentam diferenças substanciais entre si, tanto a nível tecnológico como de necessidades energéticas.

A sua classificação, quanto ao tipo de produto final, é tradicionalmente apresentada como se ilustra na figura seguinte:



Figura 9 – Classificação do sector cerâmico

3.1.1 Subsector de cerâmica estrutural

O subsector de Cerâmica Estrutural inclui as empresas produtoras de telhas, tijolos/abobadilhas, produtos de grés para a construção e pavimentos rústicos (CAE 2332).

O processo produtivo do subsector da Cerâmica Estrutural compreende as seguintes etapas:

Exploração e armazenagem de matérias-primas, pré-preparação, preparação da pasta, conformação, secagem, cozedura, escolha e embalagem. Seguidamente descrevem-se os diversos processos mais pormenorizadamente.



Exploração e armazenamento de matérias-primas

De acordo com um plano de lavra previamente definido procede-se à exploração de barreiros e extracção de argilas (matérias-primas de base), fazendo-se o transporte destes materiais para armazéns intermédios ao ar livre (moreias) contíguos às unidades industriais.

A composição de lotes primários tem como objectivo a homogeneização de matérias-primas.

Durante esta fase do processo podem ser introduzidas outras matérias-primas, normalmente inertes para balanceamento da plasticidade. O seu armazenamento ao ar livre tem como objectivos o envelhecimento e a criação de um stock que garanta o abastecimento durante os períodos de inacessibilidade dos barreiros.

As matérias-primas argilosas são armazenadas ao ar livre, em bruto ou em tulhas cobertas.

Pré-preparação

A preparação das matérias-primas pode ser efectuada por via plástica ou via seca. Ambas têm como objectivo obter uma composição com características o mais homogéneas possível (em termos de mistura, granulometria e de humidade).

Nesta etapa são introduzidos eventuais aditivos na composição.

Via Plástica	Via Seca
<p>As matérias-primas são introduzidas na linha de pré-preparação, com humidade entre 14 e 20% com recurso a pás mecânicas. A alimentação da linha é efectuada por doseadores que asseguram a composição da pasta a partir dos lotes. Posteriormente a mistura é sujeita a operações de moagem (em moinhos de galgas e/ou laminadores) e mistura/homogeneização (em misturadores/amassadores tipo hélice ou navalhas). Nesta fase são eliminados todos os contaminantes metálicos por deferrização (ímans permanentes ou electroímans) e efectuado um primeiro ajuste de água.</p> <p>A armazenagem em silos ou tulhas intermédios permite o repouso e homogeneização da composição e humidade. As unidades mais recentes dispõem de dragas que permitem uma gestão automática e optimizada desta operação.</p>	<p>As matérias-primas são introduzidas na linha de pré-preparação, com humidade entre 6 e 14% com recurso a pás mecânicas. As matérias-primas podem ser submetidas a uma operação de secagem prévia por forma a assegurar um teor em humidade adequado. A alimentação da linha é efectuada por doseadores (do tipo linear, sem-fim ou outros).</p> <p>A operação de moagem a seco (moinhos do tipo pendular, anéis ou martelos) pode ser efectuada sobre a composição ou sobre cada matéria-prima individualmente.</p> <p>Seguidamente as matérias-primas são ensiladas para repouso e homogeneização das características tecnológicas. Nesta fase são eliminados os contaminantes metálicos por desferrização (ímans permanentes ou electroímans).</p>

Preparação da pasta

Esta fase tem como finalidade assegurar as características tecnológicas adequadas à conformação dos produtos (mistura, granulometria e humidade). Também nesta fase distinguem-se a via plástica e seca. Em qualquer situação, a alimentação da linha de preparação a partir do armazém intermédio pode ser efectuada em linha (automaticamente através da draga ou descarga dos silos em tapete) ou manualmente, em doseadores com recurso a uma pá carregadora.

Via Plástica	Via Seca
As operações de preparação incluem: - A moagem final (em laminadores); - A mistura (em misturadores/amassadores). Nesta fase é efectuado o acerto final da humidade da pasta.	Neste caso é adicionada água ao material seco (em pó ou granulado), sendo o material misturado e amassado, assegurando a preparação da pasta para conformação plástica.

Conformação de produtos

A conformação dos produtos da cerâmica de construção é geralmente plástica, independentemente do tipo de preparação. Por vezes, são utilizados processos de preparação e conformação por via líquida para a produção de acessórios de telhado.

Tijolos ou aboadilhas

A conformação destes produtos é realizada com auxílio duma feira/extrusora. A moldagem é efectuada sob vácuo, e opcionalmente com vapor, seguindo-se a operação de corte dos produtos.

Telhas

A pasta pré-preparada é pré-moldada numa feira/extrusora sob vácuo e cortada, sendo as telhas obtidas por prensagem plástica em prensas hidráulicas.

Secagem

Na secagem dos materiais utilizam-se temperaturas até 120°C o que permite reduzir a humidade do material (até 1 a 3%).

A secagem dos produtos de cerâmica estrutural é geralmente realizada em secadores contínuos ou semi-contínuos (tipo túnel de carga directa, de vagonetas ou rápido tipo anjou).

Podem também ser utilizados secadores intermitentes (câmaras estáticas), normalmente para secagem de acessórios ou peças especiais.

As fontes de calor para a operação de secagem são normalmente a recuperação do forno (ar de arrefecimento dos produtos), complementada com um gerador de calor auxiliar (gás propano, gás natural, fuel ou caldeira).

As operações de carga e descarga de produtos são, de um modo geral, efectuadas por sistemas completamente automatizados que incluem o agrupamento, transferência e empacotamento dos produtos.

Vidragem e engobagem

Para a aplicação de elementos decorativos em telhas recorre-se a equipamentos especiais que permitem a deposição de engobes e/ou vidrados quer por via húmida quer por via seca.

Cozedura

A cozedura é geralmente efectuada em fornos contínuos tipo túnel. Opcionalmente, e especialmente para a cozedura de acessórios de telhado, são utilizados fornos intermitentes.

As temperaturas de cozedura podem variar entre 850 e 1050°C. Algumas unidades industriais dispõem de um pré-forno, que permite efectuar uma secagem final (remoção de água residual) e aquecimento dos produtos para preparação da cozedura.

Os combustíveis mais utilizados neste processo são o gás natural e o *thick fuel oil*.

A carga e descarga de produtos são geralmente efectuadas por sistemas completamente automatizados que incluem o agrupamento, transferência e empacotamento dos produtos.

Escolha e embalagem

O material é descarregado e transferido para a linha de escolha e embalagem, que de um modo geral inclui as operações de paletização, cintagem e/ou embalagem recorrendo-se a sistemas automatizados. Sempre que necessário efectua-se o controlo de peça a peça manualmente e utilizam-se fornos tipo *Hoffmann*.

Quando se procede à aplicação de aditivos de impermeabilização (nomeadamente silicone) em telhas cerâmicas, esta operação geralmente é efectuada numa operação intermédia antes da embalagem.

Armazenamento de produto final

Posteriormente ao embalamento os produtos são transportados, recorrendo a empilhadores, para um parque de produto final onde são armazenados para posterior expedição.

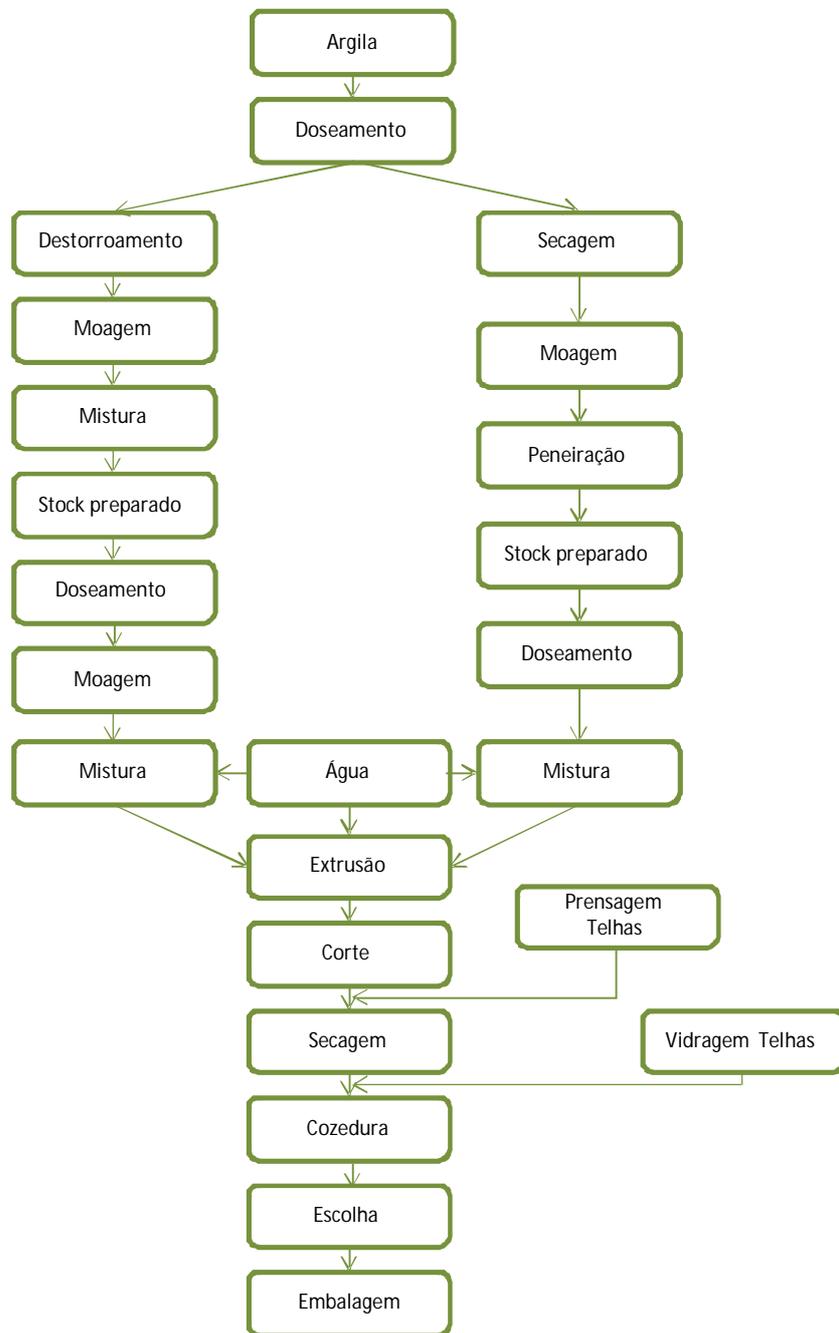


Figura 10 - Fabrico de cerâmica estrutural

3.1.2 Subsector de cerâmica de pavimentos e revestimentos

O subsector de Cerâmica de Pavimentos e Revestimentos inclui as empresas produtoras de azulejos, ladrilhos, mosaicos e placas cerâmicas (CAE 2331);

O processo produtivo do subsector de **Pavimentos e Revestimentos** compreende as seguintes etapas: Preparação da Pasta e Atomização, Prensagem e Secagem, Vidragem, Cozedura, Escolha e Embalagem.

Seguidamente descrevem-se os diversos processos mais pormenorizadamente.



Preparação da pasta e atomização

As principais matérias-primas para a produção de pavimentos são argilas, feldspatos, areia (inertes) e talco. Para a produção de revestimentos são utilizadas argilas/caulinos, areia (inertes), calcite/dolomite e/ou feldspatos e talco. O armazenamento das matérias-primas é efectuado em tulhas cobertas.

As matérias-primas são retiradas da tulha, recorrendo a uma pá carregadora que as transporta para o ponto de carga nos silos pesantes, onde é realizada a dosagem automática. O processamento é separado, sofrendo os materiais duros moagem em húmido nos moinhos de bolas e os materiais argilosos são dispersos em turbo-diluidores. Segue-se a mistura e homogeneização da pasta em suspensão, sendo depois peneirada e transferida para um tanque de repouso onde fica sujeita a uma agitação lenta, donde é bombada para o atomizador. A pasta é atomizada para obtenção do pó para prensagem (esta operação tem como objectivo retirar o excesso de água e dar origem a um pó com 3 a 5 % de humidade). O pó atomizado é ensilado, onde permanece em repouso para homogeneização da humidade.

Nos casos de opção por pasta preparada, o pó atomizado é recepcionado e transferido, em circuito pneumático, de camiões cisterna para silos de armazenagem.

A secção de preparação de pasta e atomização pode ser subdividida em três partes que apresentam diferentes riscos:

- Armazenagem de matérias-primas,
- Moagem e diluição,
- Atomização.

Dependendo da dimensão e organização da empresa, os operadores podem trabalhar em toda a secção ou parte dela.

Prensagem e secagem

O pó atomizado é descarregado, transportado (normalmente em transportadores de banda contínua), peneirado e distribuído pelas tremonhas de alimentação às prensas. Os produtos são obtidos por prensagem do granulado em prensas hidráulicas unidireccionais. A extracção de peças é automática.

Os produtos prensados são introduzidos em secadores rápidos (verticais ou horizontais) e sujeitos a um processamento térmico a temperaturas entre 120° a 150° para eliminação da humidade residual. Utiliza-se geralmente, como fonte de calor, geradores de calor a gás propano ou gás natural.

Preparação de vidrados e tintas

Os Vidrados e Tintas podem ser previamente preparados (em papa ou pó) ou processados internamente. Neste último caso a sua preparação envolve operações de doseamento, moagem, peneiração e desferrização. Os vidrados em suspensão necessitam de agitação contínua.

Vidragem

Os produtos secos são introduzidos nas linhas de vidragem, tipicamente movimentados em transportadores por correias (trapezoidais). Os engobes, vidrados, granilhas e serigrafias são aplicados em linha recorrendo a diversas tecnologias (disco, campânula e spray para vidros, e diversos tipos de máquinas serigráficas - e.g. planas, rotativas, tambor), dependendo do tipo de efeito estético que se pretende dar ao produto final.

No final da linha, as peças são carregadas em vagonetas (de rolos) que são armazenadas em parque, constituindo um pulmão do forno.

A movimentação das vagonetas no parque do material vidrado cru é assegurada por sistemas mecânicos ou por AGV (Automated Guided Vehicle), comandados por microprocessadores.

Cozedura

Especialmente para produtos de revestimento, a aplicação de vidrados pode ser feita sobre produtos crus (monoporosa) ou produtos chacoitados (bicozedura). Neste último caso, os produtos são sujeitos a um processamento térmico inicial (chacotagem) a temperaturas de 850 a 1050°C.

Os produtos são então sujeitos ao processamento térmico final para cozedura de pasta e vidrado, com temperaturas entre 1100 e 1200°C e ciclos que variam entre 50 e 70 minutos.

Os fornos mais habituais são do tipo contínuo de rolos pois os fornos do tipo túnel estão em desuso.

Escolha e embalagem

Depois da cozedura em forno de rolos o material é descarregado automaticamente. A descarga pode ser directa ou para vagonetas de rolos, constituindo um “pulmão” de material vidrado para escolha.

Para controlo da qualidade os produtos finais são então colocados na linha de escolha. A grande maioria das unidades dispõe já de sistemas automáticos para detecção de defeitos dimensionais (por sensores optoelectrónicos). A análise de qualidade da superfície é assegurada pela inspecção visual dos produtos. A evolução tecnológica tem permitido introduzir sistemas de apoio à escolha visual.

Os produtos são encaminhados para as linhas de embalagem, de acordo com a sua classificação, onde são embalados em caixas, que por sua vez são acondicionadas em paletes. As paletes são então cintadas e plastificadas.



Figura 11 - Fabrico de pavimentos e revestimentos

3.1.3 Subsector de cerâmica de louça sanitária

O subsector de Cerâmica de Louça Sanitária inclui as empresas produtoras de artigos sanitários – louça em porcelana, grés fino e grés, incluindo bacias, bidés, lavatórios de embutir, tanques, colunas, bases de chuveiro e outros (CAE 2342);

O processo produtivo do subsector de **louça sanitária** compreende as seguintes etapas: Preparação da Pasta, Conformação, Secagem, Vidragem, Cozedura, Escolha, Embalagem, Retoque e Armazenagem. Seguidamente descrevem-se os diversos processos mais pormenorizadamente.



Preparação da pasta

Como matérias-primas para a produção de louça sanitária são utilizadas: argilas, caulinos, fundentes (feldspatos, sienito nefelínico), inertes (areia) e outros aditivos (talco entre outros).

O transporte, recepção e armazenamento das matérias-primas é feito por camião a granel e deposição em tulas cobertas ou, no caso de produtos micronizados, em sacos ou recepcionados e transferidos, em circuito pneumático, de camiões cisternas para silos.

As matérias-primas, quando recepcionadas, a granel são transportadas por pá carregadora para o ponto de carga e alimentação nas tremonhas com células pesantes, onde é efectuada a dosagem. As micronizadas são descarregadas e transportadas (de um modo geral em transportadores de banda contínua tipo sem-fim) para as tremonhas de alimentação.

O processamento é separado, sofrendo os materiais duros moagem em húmido nos moinhos de bolas e os materiais argilosos são dispersos em turbo-diluidores.

Segue-se a mistura e homogeneização da pasta em suspensão (borbotina), sendo depois peneirada, desmagnetizada e transferida para um tanque de repouso onde fica sujeita a uma agitação lenta.

A barbotina dos tanques de agitação está pronta para ser utilizada na conformação por enchimento após afinação das características reológicas (densidade, viscosidade e tixotropia).

O processo fica completo com a trasfega da barbotina para os tanques de uso diário e acerto final.

Conformação

Neste processo procede-se à moldagem e acabamento dos produtos.

As peças são obtidas por enchimento, sendo a água absorvida por formas porosas. As tecnologias diferem sobretudo nas pressões utilizadas: enquanto o enchimento convencional (à lambugem) é feito à pressão atmosférica ou em baixas pressões em moldes de gesso, as tecnologias mais recentes utilizam médias ou altas pressões para acelerar o processo de absorção recorrendo a moldes especiais em materiais sintéticos.

O processo de conformação, particularmente o enchimento convencional, é efectuado em ambientes condicionados, com condições de temperatura e humidade controladas.

De seguida, procede-se à operação de desmoldagem e acabamento. No caso de enchimento convencional, e após a formação da peça, o excesso de barbotina é vertido e reciclado.

A operação de acabamento das peças inclui tarefas de inspecção das peças, eliminação de rebarbas (com raspadores), corte/perfuração e retoque/acabamento fino de superfície.

Os níveis de automatização das operações de conformação e acabamento são muito variáveis, existindo desde soluções manuais a sistemas completamente automatizados e integrados, incluindo as operações de desmoldagem e movimentação de peças.

Secagem

Esta operação é geralmente efectuada numa primeira fase ao ar ambiente na secção de conformação (couro) e numa segunda fase (branco) em secadores rápidos tipo túnel, contínuos ou intermitentes, utilizando ar recuperado do arrefecimento dos produtos no forno e queimadores auxiliares que utilizam como combustível gás natural ou propano.

A movimentação interna das peças em verde e seco é vulgarmente efectuada com recurso a carros e/ou transportadores aéreos com prateleiras, que alimentam a zona de vidragem.

Vidragem

A vidragem das peças por spray pode ser efectuada manualmente (com pistolas em cabines de vidragem) ou utilizando tecnologias de última geração, com recurso à robótica.

Os produtos vidrados são armazenados temporariamente, sendo colocados em transportadores aéreos e/ou carros de prateleiras, fazendo-se o transporte para a zona de carga do forno de vidragem.

Nas zonas de vidragem são realizadas as seguintes tarefas: Limpeza e acabamento, Controlo de qualidade, Vidragem com aerógrafo, Desvidragem das zonas de apoio.

Preparação de vidrados e tintas

Os vidrados e tintas podem ser comprados previamente preparados (em papa ou pó) ou processados internamente. Neste último caso, a sua preparação envolve operações de doseamento, moagem a húmido (moinhos de bolas), peneiração e desferrização. Os vidrados em suspensão necessitam de agitação contínua.

Cozedura

O processo de cozedura é efectuada em fornos túnel de vagonas, de rolos ou intermitentes de vagonas. As temperaturas variam conforme o tipo de produto, podem ir desde 1150°C a 1250°C no caso de porcelana fina. Os fornos utilizam como combustível o gás propano ou gás natural.

A carga de produtos nos fornos é uma operação manual.

As peças cozidas são então encaminhadas para armazém de produto final. O armazenamento intermédio é normalmente efectuada em paletes ao nível do solo ou em estantes, em armazéns com níveis de automatização variáveis.

Escolha e embalagem

É efectuada a escolha dos produtos vidrados e decorados segundo as especificações comerciais. As peças com defeitos recuperáveis são enviadas para retoque. Nesta fase do processo, o transporte é normalmente efectuada em paletes.

A embalagem das peças é feita em caixas de cartão e colocadas em paletes que posteriormente são cintadas e plastificadas.

As soluções tecnológicas disponíveis apresentam níveis de automatização muito variáveis, existindo desde soluções manuais a sistemas completamente automatizados e integrados.

Retoque

O retoque é feito nas peças identificadas na escolha com defeitos que podem ser reparados com uma pequena intervenção.

O processo de retoque varia consoante o tipo de defeito, envolvendo a remoção do mesmo, com recurso a um esmeril montado num berbequim portátil de ar comprimido, seguido pela aplicação do vidrado.

Armazém de produto acabado

As paletes com o produto final são armazenadas em parques exteriores e/ou interiores, em alguns casos utilizando soluções de armazenamento em altura (estantes) e geridos automaticamente.



Figura 12 - Processo de fabrico de louça sanitária

3.1.4 Subsector de cerâmica utilitária e decorativa

O subsector de Cerâmica Utilitária e Decorativa inclui as empresas produtoras de louça de mesa e cozinha ou decoração, em porcelana, faiança, grés e terracota (CAE 23 41).

O processo produtivo do subsector da Louça Cerâmica Utilitária e Decorativa compreende as seguintes etapas: Preparação da pasta; Conformação; Secagem; Cozedura; Vidragem; Preparação de vidrados e tintas; Decoração e 3º Fogo; Escolha; Embalagem; Armazenamento do produto acabado.



De seguida descrevem-se os diversos processos mais pormenorizadamente.

Preparação da pasta

Como matérias-primas para a produção de louça utilitária/decorativa são utilizadas: argilas, caulinos, fundentes (feldspatos, calcite, dolomite), inertes (areia) e outros aditivos.

De um modo geral os produtos de faiança usam calcite ou dolomite, enquanto que os produtos de grés e porcelana utilizam feldspatos.

O transporte das matérias-primas, recepção e armazenamento é feito por camião a granel e deposição em tulas cobertas ou, no caso de produtos micronizados, em sacos ou recepcionados e transferidos, em circuito pneumático, de camiões cisternas para silos.

As matérias-primas a granel são transportadas por pá carregadora para o ponto de carga e alimentação nas tremonhas com células pesantes, onde é efectuada a dosagem. As micronizadas são descarregadas e transportadas (normalmente em transportadores de banda contínua tipo sem-fim) para as tremonhas de alimentação.

O processamento é separado, sofrendo os materiais duros moagem em húmido nos moinhos de bolas e os materiais argilosos são dispersos em turbo-diluidores.

Sucedem-se a mistura e homogeneização da pasta em suspensão (borbotina), sendo posteriormente peneirada, desmagnetizada e transferida para um tanque de repouso onde fica sujeita a uma agitação lenta.

Depois do processamento inicial, os processos de preparação divergem em função das tecnologias de conformação a utilizar: líquida, plástica ou seca.

Via Líquida	Via Plástica	Via Seca
<p>A barbotina dos tanques de agitação está pronta para ser utilizada na conformação por enchimento após afinação das características reológicas (densidade, viscosidade e tixotropia).</p> <p>Para produtos de porcelana é recomendada a prévia filtro-prensagem da barbotina, com posterior diluição e acerto reológico. Esta operação destina-se a eliminar sais solúveis.</p> <p>No caso de opção por pasta preparada, a barbotina é recepcionada diariamente de camiões cisterna e bombada para tanques de homogeneização e repouso ou alternativamente em tinões.</p>	<p>A barbotina passa por uma operação de filtro-prensagem (eliminação da água), obtendo assim lastras de material com humidade entre 18 e 22 % que, após extrusão sob vácuo, permite obter pasta com características adequadas para conformação plástica.</p> <p>No caso de opção por pasta preparada, as lastras são recepcionadas em paletes e acondicionadas em filme plástico.</p>	<p>A barbotina é atomizada para obtenção de pó para prensagem (esta operação tem como princípio retirar o excesso de água e dar origem a um pó com 3 a 5% de humidade). O pó atomizado é ensilado, onde permanece em repouso para homogeneização da humidade.</p> <p>Nos casos de opção por pasta preparada, o pó atomizado é recepcionado e transferido, em circuito pneumático, de camiões cisterna para silos de armazenagem.</p> <p>Alternativamente, o pó pode ser recepcionado e armazenado temporariamente em big bags.</p>

Conformação

Esta etapa inclui a moldagem e acabamento dos produtos. Existe uma grande diversidade de tecnologias de conformação, que utilizam diferentes tipos de pasta preparada.

A operação de acabamento das peças, variável em função do tipo de tecnologia utilizada e dos produtos, pode incluir tarefas de eliminação de rebarbas (com raspadores) e corte, colagem de asas (normalmente obtidas por enchimento) ou outros elementos, e retoque/acabamento fino de superfície com esponjas.

Os níveis de automatização das operações de conformação são muito variáveis, existindo desde soluções manuais a sistemas completamente automatizados e integrados.

Na alimentação das operações de conformação são utilizados meios de movimentação distintos consoante o tipo de pasta utilizada e vulgarmente:

- Movimentação de pasta plástica da preparação para os rollers em paletes,
- Empilhadores para transporte de big bags com o pó atomizado da atomização para a zona das prensas ou transporte em circuito fechado,
- Trásfega de borbotina dos tanques para o enchimento manual sob pressão,
- Transporte de componentes (p.e. asas) em carros com tabuleiros.

Via Líquida	Via Plástica	Via Seca
<p>As peças são obtidas por enchimento, sendo a água absorvida por formas porosas. As tecnologias diferem sobretudo nas pressões utilizadas: enquanto o enchimento convencional (à lambugem) é feito à pressão atmosférica ou em baixas pressões em moldes de gesso, as tecnologias mais recentes utilizam médias ou altas pressões para acelerar o processo de absorção recorrendo a moldes especiais em materiais sintéticos.</p> <p>Sucedem-se a operação de desmoldagem, a secagem dos moldes e das peças (couro) e acabamento.</p> <p>No enchimento convencional, e após a formação da peça, o excesso de barbotina é vertido e reciclado.</p>	<p>O processo típico de conformação por via plástica é a contra-moldagem. A pasta no estado plástico flui entre dois moldes quando sujeita a pressão, dando forma aos produtos. O excesso de pasta (aparas e rebarbas) é reciclado.</p> <p>As tecnologias mais utilizadas dependem da tipologia de peças, sendo geralmente rollers ou jaulos para peças de revolução e prensas (normalmente hidráulicas) para outras peças simétricas ou de geometria complexa. As peças são então desmoldadas, secas e acabadas.</p>	<p>O pó atomizado alimenta a linha de conformação por prensagem em prensas isostáticas, utilizando moldes sintéticos (polímeros). Sucedem-se a operação de desmoldagem e acabamento. Este tipo de tecnologia normalmente apresenta um elevado nível de automatização.</p>

Secagem

Couro

Após conformação por enchimento ou via plástica, as peças são sujeitas a um processo inicial de secagem ao ar ambiente ou em secadores próprios (muitas vezes acoplados às máquinas de conformação). Esta operação tem como finalidade assegurar a consistência e resistência adequadas ao acabamento.

Branco

As peças acabadas são sujeitas à secagem final em estufas estáticas ou contínuas, por forma a reduzir a humidade do material até 1 a 3%. Os transportadores aéreos normalmente dispõem de um túnel para secagem das peças, a maioria sofre um processo de secagem natural durante o tempo de residência no transportador aéreo ou em carros.

Cozedura

Chacotagem (cozedura de biscuit)

No fim da secagem, e nos processos de bicozedura (utilizado no fabrico de louça de faiança e porcelana), as peças sofrem um processamento térmico inicial em fornos túnel de vagonas, de rolos, ou intermitentes de vagonas. As temperaturas, variáveis consoante o tipo de produto, podem variar entre os 850 e 1050 °C.

As peças chacotadas são armazenadas em paletes ao nível do solo ou em estantes.

Antes da vidragem as peças são inspeccionadas e limpas.

Na zona de descarga do forno de chacota, no armazém de chacota e na zona de vidragem o transporte é geralmente efectuado por porta-paletes ou alternativamente em carros de prateleiras.

Cozedura de vidrado

O processamento térmico final é geralmente efectuado em fornos túnel de vagona, de rolos ou intermitentes de vagonas. As temperaturas podem variar consoante o tipo de produto, entre 1020 – 1050°C no caso de faiança ou 1300 – 1350°C no caso de porcelana fina. Os fornos utilizam como combustível, de um modo geral, gás propano ou gás natural, sendo o processo de cozedura para a porcelana conduzido em atmosfera redutora.

As peças cozidas são então armazenadas temporariamente (armazém de branco no caso de peças para decoração) ou encaminhadas para armazém de produto final. O armazenamento intermédio é vulgarmente efectuado em paletes ao nível do solo ou em estantes, em armazéns com níveis de automatização variáveis.

Vidragem

Existem duas opções para a operação de vidragem das peças: por mergulho ou spray, sendo este último vulgarmente utilizado em monocozedura. O processo envolve vidragem e limpeza de fretes (desvidragem).

As tecnologias disponíveis apresentam diferentes níveis de automatização, existindo desde soluções manuais a sistemas completamente automatizados e integrados.

Os produtos vidrados são armazenados temporariamente, sendo alimentados directamente a um transportador aéreo e/ou carros de prateleiras, e descarregados na zona de carga do forno de vidrado.

Preparação de vidrados e tintas

Os vidrados e tintas podem ser adquiridos previamente preparados (em papa ou pó), ou processados internamente. Neste último caso, a sua preparação envolve operações de doseamento, moagem a húmido (moinhos de bolas), peneiração e desferrização. Os vidrados em suspensão necessitam de agitação contínua.

Decoração e 3º fogo

As peças a decorar são previamente escolhidas e depois decoradas, com posterior cozedura da decoração (ou 3º fogo). As tecnologias de decoração podem ser pintura onglaze, aplicação de decalques, tampografia, entre outros, com níveis de automatização muito variáveis, existindo desde soluções manuais a sistemas completamente automatizados.

Escolha e embalagem

Os produtos finais (vidrados e decorados), geralmente movimentados em paletes, são escolhidos segundo os parâmetros de classificação comercial, sendo as peças com defeitos recuperáveis enviadas para retoque.

Nesta fase são efectuadas operações de escolha (inspecção visual), roçagem (por exemplo: fretes), embalagens (geralmente em cartão) e paletização. As paletes são, normalmente, cintadas e plastificadas.

As soluções tecnológicas disponíveis apresentam níveis de automatização muito variáveis, existindo desde soluções manuais a sistemas completamente automatizados e integrados.

Armazém de produto acabado

As paletes com o produto final são armazenadas em parques interiores e/ou externos cobertos; em alguns casos utilizando soluções de armazenamento em altura (estantes) e geridos automaticamente.

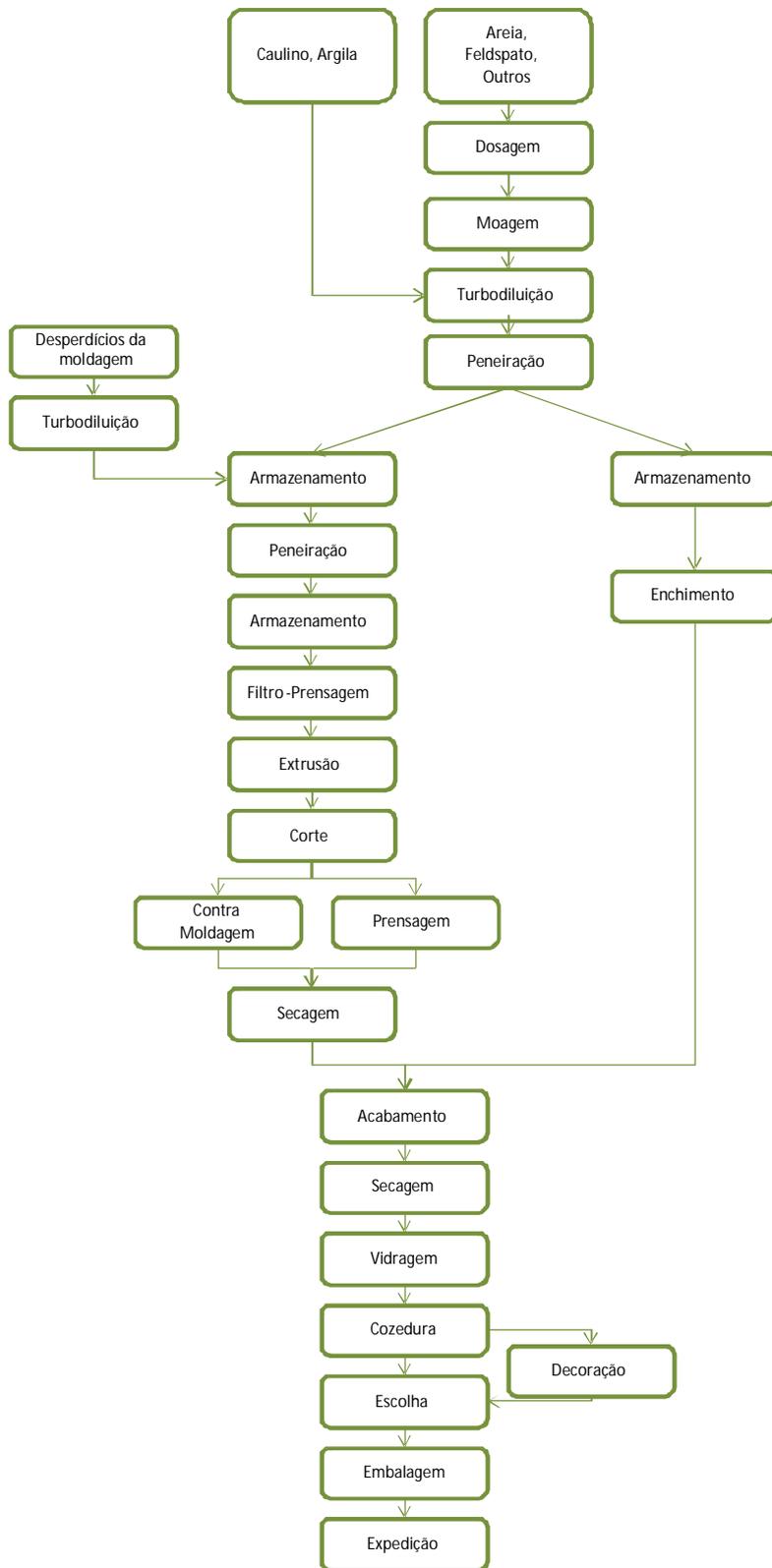


Figura 13 - Fabrico de louça em grés

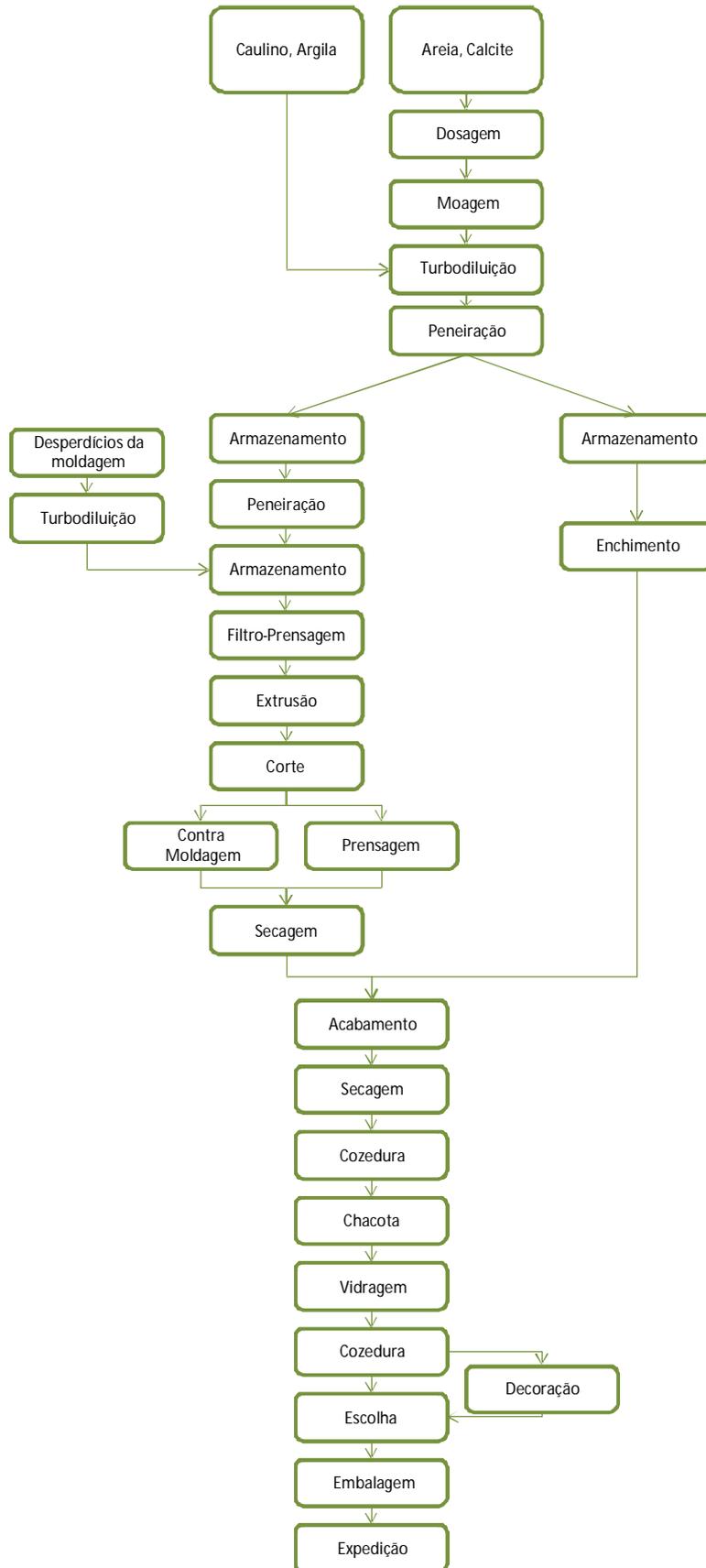


Figura 14 - Fabrico de louça em faiança

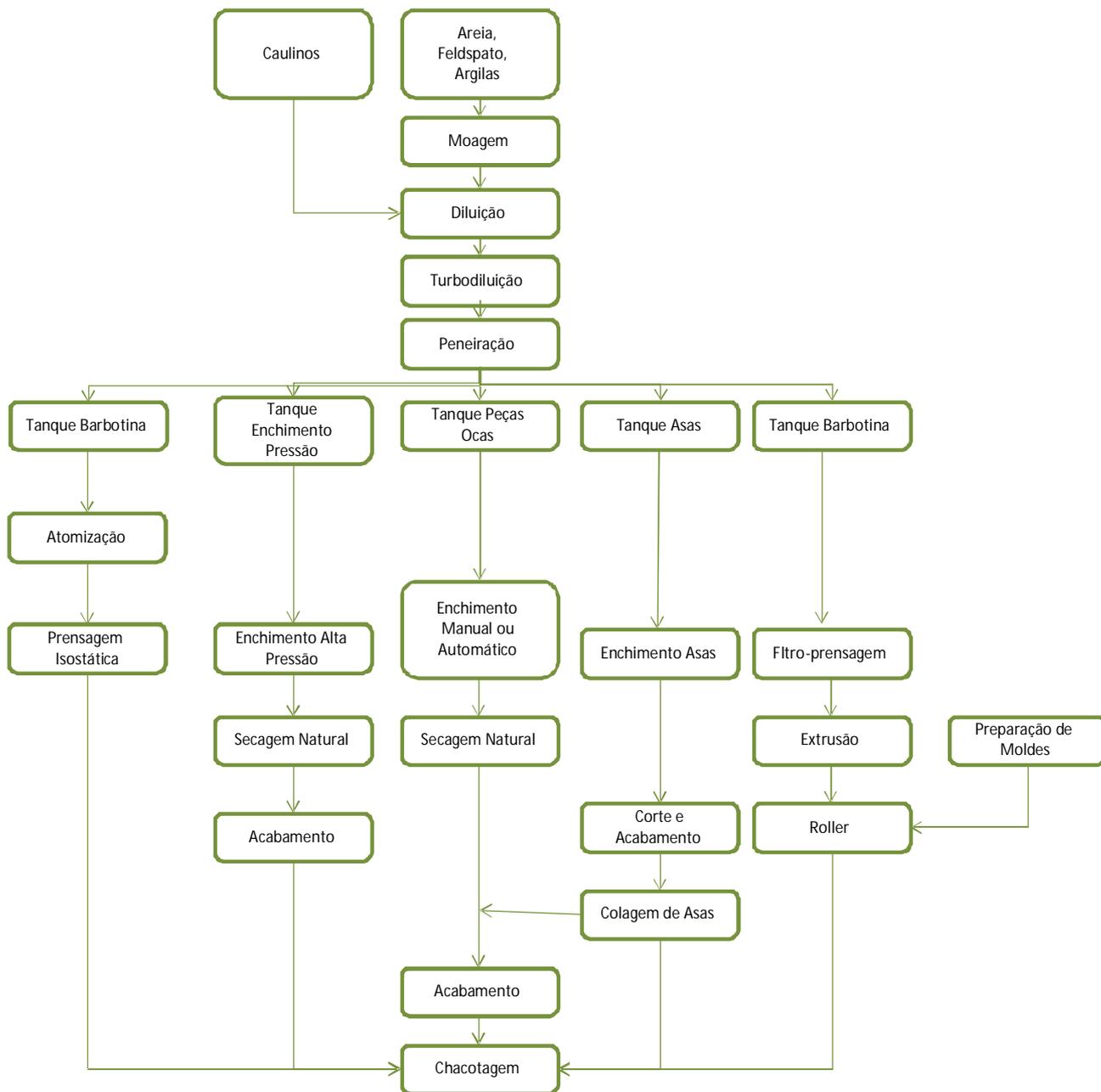


Figura 15 - Fabrico de louça em porcelana (I)

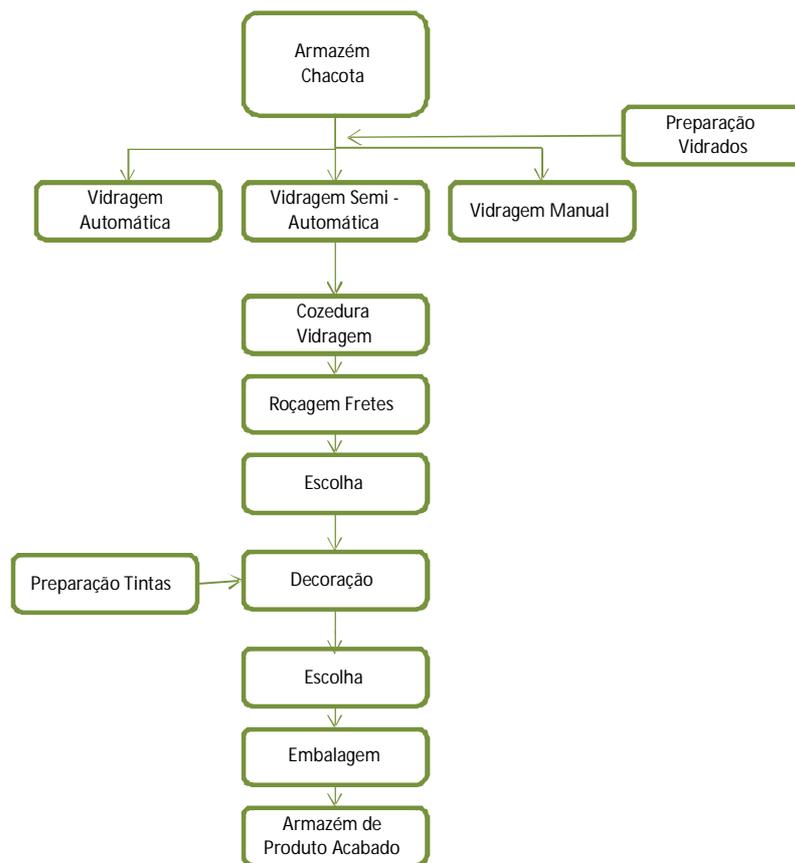


Figura 16 - Fabrico de louça em porcelana (II)

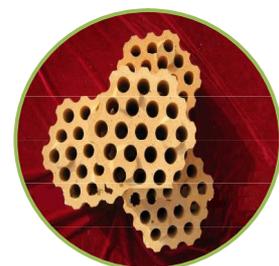
3.1.5. Subsector de cerâmicas especiais

O subsector de Cerâmicas Especiais inclui as empresas produtoras de isoladores eléctricos, produtos refractários e outros (CAE 2343 e 232).

Os refractários são produtos fundamentais para uma vasta gama de indústrias. Qualquer processo que envolva altas temperaturas depende do desempenho de refractários.

Assim sendo, os refractários são utilizados nas indústrias siderúrgicas, do cimento, do vidro, petroquímica, e outras onde são necessárias excelentes propriedades térmicas e outras mais específicas como resistência à corrosão, abrasão e choque térmico.

Os refractários estão divididos quimicamente em 5 categorias: silicosos, silicoaluminosos, aluminosos, básicos e especiais. Dependendo do seu estado físico, são classificados em moldados e monolíticos e conforme a sua massa específica em densos ou isolantes.



4. ASPECTOS E IMPACTES AMBIENTAIS

A implementação de legislação e normas ambientais cada vez mais restritivas e a criação de mercados mais competitivos exigem que as empresas sejam mais eficientes do ponto de vista produtivo e ambiental. O aumento da produção industrial deverá estar aliado a menores consumos e geração de poluentes.

Tendo a Indústria Cerâmica associada **várias actividades consumidoras intensivas de recursos naturais (água, matérias-primas), energia, produtos químicos, entre outros, e geradoras de diversos impactes ambientais**, com o objectivo de minimizar os efeitos adversos no meio ambiente, devem ser **identificados, avaliados e classificados os seus aspectos ambientais**.

Segundo a NP EN ISO 14001:2004 (Sistemas de Gestão Ambiental), **Aspecto Ambiental** é definido como um "elemento das actividades, produtos ou serviços de uma organização que possa interagir com o Ambiente". **Impacte Ambiental** define-se como "qualquer alteração no Ambiente, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspectos ambientais de uma organização". Deste modo, pode considerar-se de forma simplificada que um aspecto ambiental é uma **Causa** e impacte ambiental o **Efeito**.

4.1. Identificação, avaliação e classificação dos aspectos ambientais

Apesar de não existir uma metodologia única para identificar os aspectos ambientais, a abordagem seleccionada pode, por exemplo, considerar:

	Emissões atmosféricas		Utilização de energia
	Efluentes líquidos		Produção de ruído, vibrações, radiações
	Descargas no solo		Produção de resíduos e sub-productos
	Utilização de matérias-primas e recursos naturais (água)		Impacte visual, alteração da paisagem, uso do solo

Adicionalmente aos **aspectos ambientais que podem ser controlados directamente na Organização**, deverão ser igualmente considerados os **aspectos que pode influenciar**, como por exemplo, os **relativos a bens e serviços utilizados** e aos **produtos e serviços fornecidos pela Organização**. Seguidamente apresentam-se algumas orientações para avaliar o controlo e a influência. No entanto, em qualquer circunstância cabe à Organização, determinar o grau de controlo, bem como os aspectos que pode influenciar. Assim sendo, além dos aspectos ambientais gerados **nos processos/actividades/tarefas** desenvolvidos pela Organização, deverão ter-se em consideração também os aspectos relacionados com:

- Concepção e desenvolvimento;
- A embalagem e o transporte;
- O desempenho ambiental e as práticas dos subcontratados e fornecedores;

- A gestão de resíduos;
- A extracção e distribuição de matérias-primas e recursos naturais;
- A distribuição, a utilização e o fim-de-vida de produtos, e
- A fauna, a flora e a biodiversidade.

O controlo e influência sobre os aspectos ambientais de um produto fornecido a uma organização podem variar consideravelmente, em função da sua posição no mercado e dos seus fornecedores. Uma Organização que seja responsável pela concepção do seu próprio produto pode ter uma influência significativa sobre aqueles aspectos, modificando por exemplo, um único material de entrada, enquanto que uma organização que tenha de fornecer um produto de acordo com determinadas especificações externas poderá ter uma escolha muito limitada. (Fonte: NP EN ISO 14001:2004)

De forma a sistematizar o processo de identificação dos aspectos ambientais entende-se como **adequado a divisão da Organização nas suas principais actividades**. Esta abordagem, permite assim a separação em vários diagramas, nos quais serão analisados os fluxos de “entradas” (consumos) e “saídas” (poluição), numa lógica que se baseia no conceito das partes constituírem o todo.

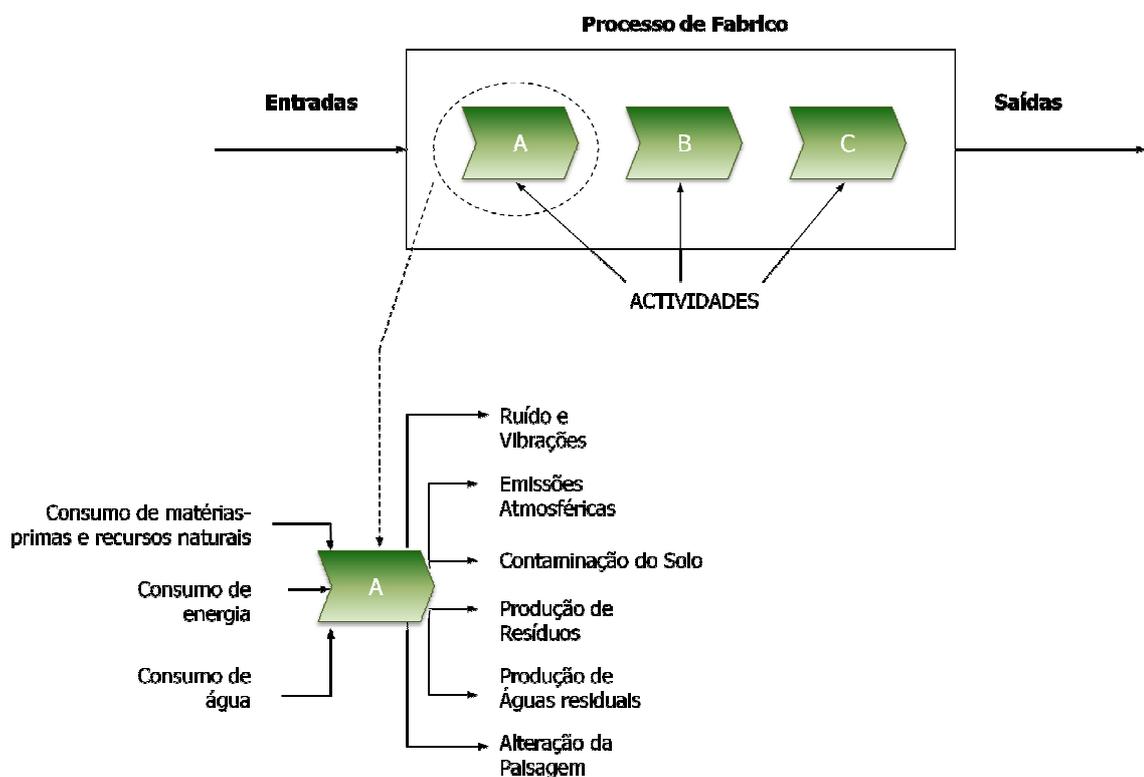


Figura 17 – Fluxo de entradas e saídas por actividade da organização

Com esta análise pode-se fixar um olhar técnico e crítico para aplicação de **acções de Produção + Limpa (P+L)**, contribuindo para **o cumprimento de requisitos legais e a melhoria do desempenho ambiental do processo produtivo**.

Convém salientar que, para a identificação de aspectos e impactes ambientais deverá proceder-se à classificação das situações:

- ▶ Normais (N): actividades frequentes;
- ▶ Anormais (An): actividades poucos frequentes;
- ▶ Emergência (E): situação que não deve ocorrer (ex: derrames, incêndios).

4.2. Aspectos ambientais associados à indústria cerâmica

Não descurando as descrições do processo de fabrico dos vários subsectores da Indústria Cerâmica, efectuadas no subcapítulo 3.1. do presente manual, neste subcapítulo abordam-se as principais características e etapas de fabricação de produtos cerâmicos. Para tal, segue-se a apresentação de um fluxograma genérico das etapas produtivas nas indústrias cerâmicas, incluindo os principais aspectos ambientais de cada etapa, apresentando-se posteriormente **uma exemplificação da identificação de aspectos ambientais mais detalhada**, com elaboração de diagramas de fluxos onde são definidas as entradas (matérias-primas e auxiliares, água, energia) e fluxos de saídas (resíduos, emissões atmosféricas, águas residuais, ruído e vibrações), associados a etapas específicas do processo.

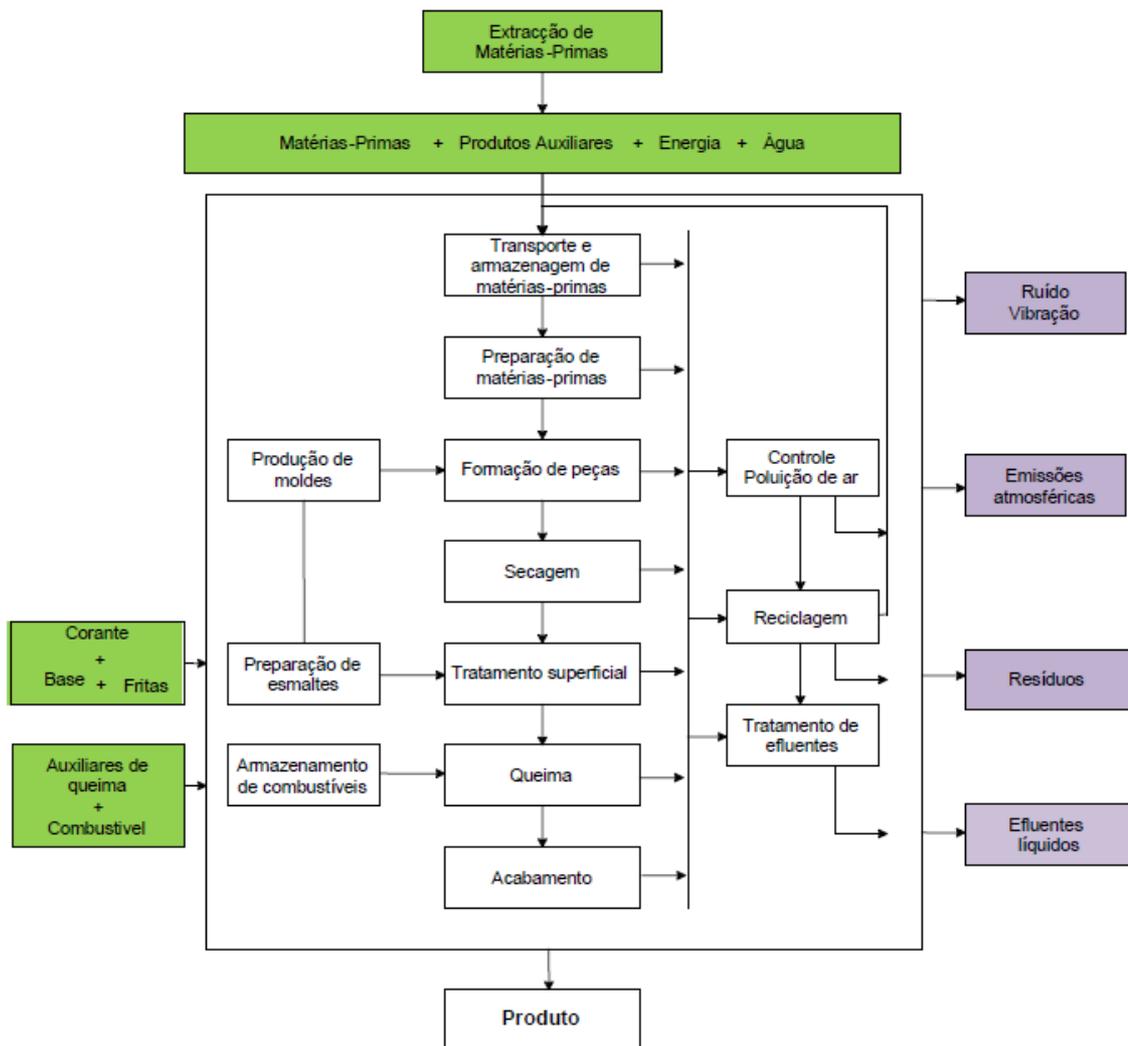
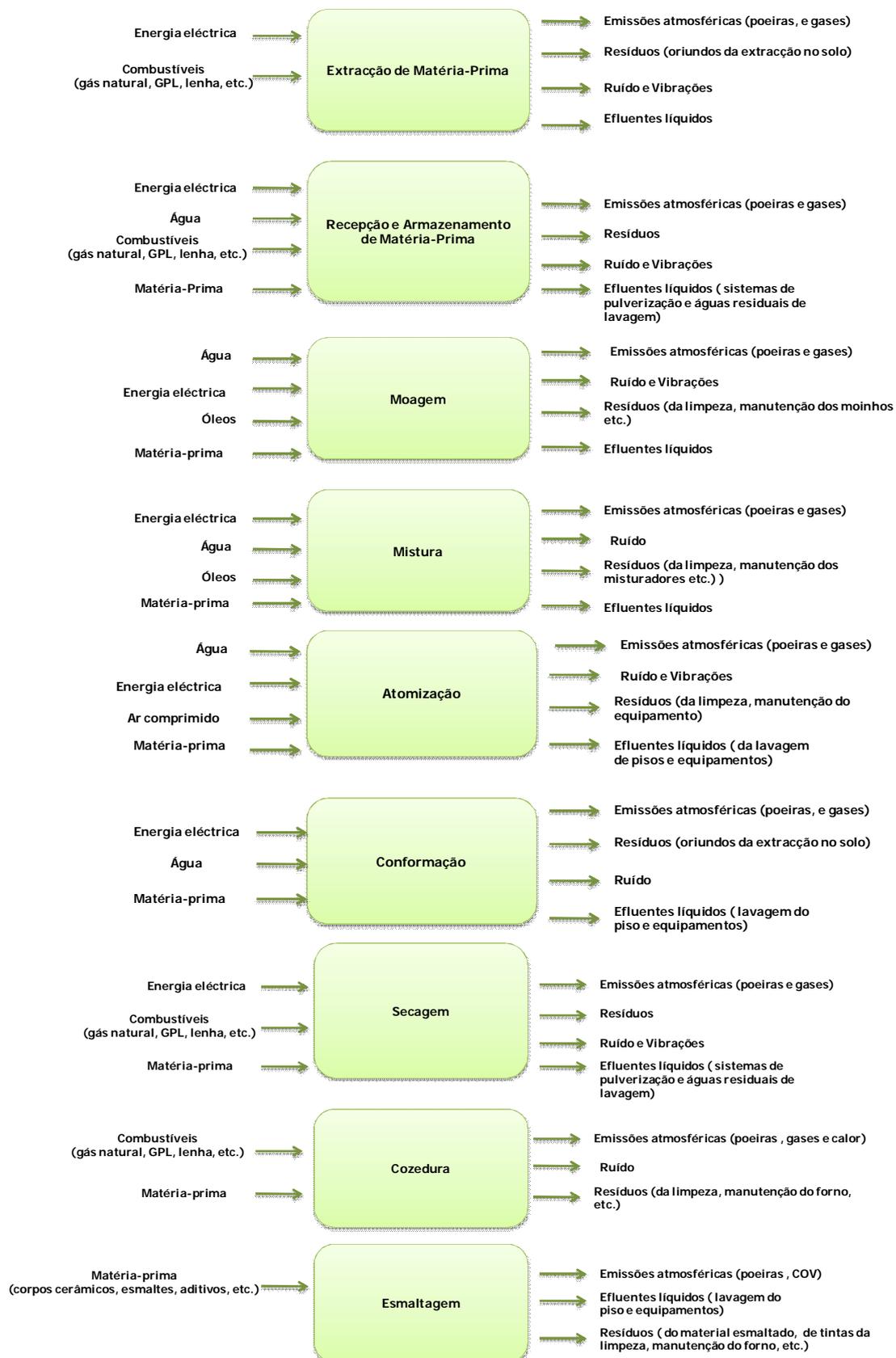


Figura 18 - Fluxograma genérico das etapas produtivas nas indústrias cerâmicas, incluindo os principais aspectos ambientais de cada etapa

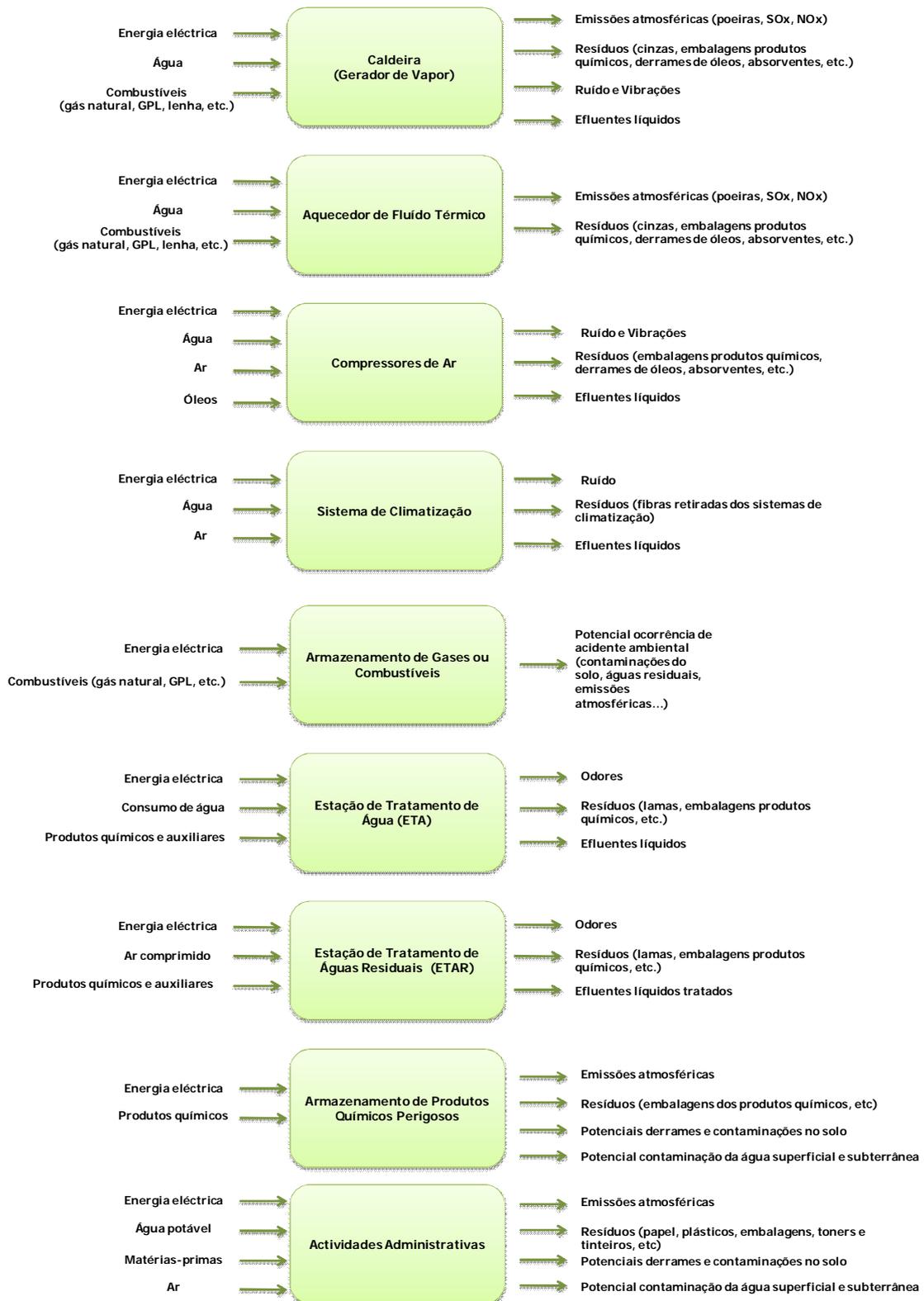
4.2.1. Etapas específicas do processo de fabrico

Nos diagramas seguintes, estão identificados os fluxos de entradas e fluxos de saída para algumas etapas do processo de fabrico.



4.2.2. Serviços de apoio ou suporte ao processo de fabrico

Nos diagramas seguintes, estão identificados os fluxos de entradas e fluxos de saída para as áreas de apoio ou suporte aos processos produtivos.



5. INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

Os indicadores ambientais, constituem expressões específicas que fornecem informação sobre o desempenho ambiental de uma organização. Segundo a Norma NP EN ISO 14031:2004 - "Linhas de orientação para a avaliação do desempenho ambiental":

- ▶ **Indicador de desempenho ambiental** – é uma “expressão específica que fornece informação sobre o desempenho ambiental de uma organização”. Estes indicadores englobam outros dois tipos:
 - **Indicadores de desempenho operacional**

“Indicador de desempenho ambiental que fornece informação sobre o desempenho ambiental das operações de uma organização”.
 - **Indicadores de desempenho de gestão**

“Indicador de desempenho ambiental que fornece informação sobre os esforços da Gestão para influenciar o desempenho ambiental de uma organização.”

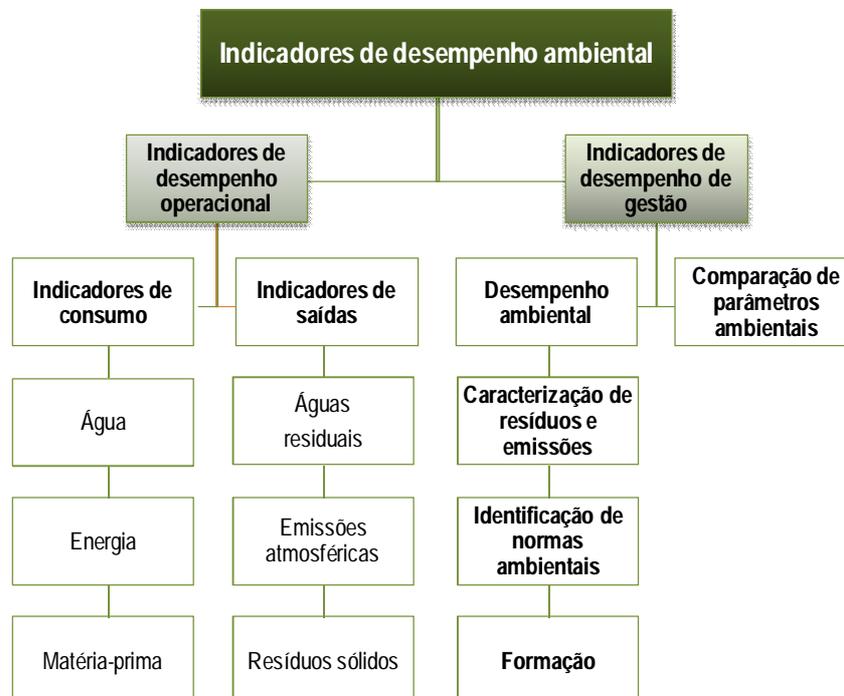
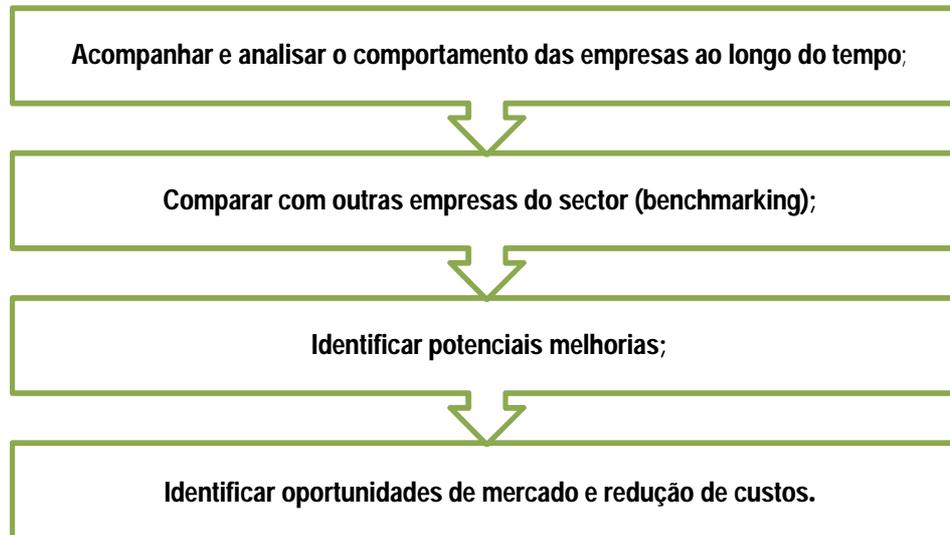


Figura 19 – Indicadores de desempenho ambiental

De uma forma geral, a **concepção de indicadores de desempenho ambiental** numa empresa pode fornecer as informações necessárias para:



O desenvolvimento desta ferramenta de avaliação de desempenho ambiental, facilita não só, a transformação de dados em informações úteis, como também contribui para **o planeamento e desenvolvimento de objectivos, metas e estratégias**. Assim, é possível reunir dados que permitam:



Por todos os factores supracitados conclui-se que para a implementação de boas práticas e tecnologias de produção mais limpas, é fundamental estabelecer e analisar os indicadores que permitem determinar e avaliar os resultados de forma **mensurável, quantificável e verificável**.

Não existem indicadores tipo, no entanto pode consultar-se a Norma NP EN ISO 14031:2004 que apresenta vários exemplos e que podem encaixar-se no que necessita. De qualquer forma, sugere-se que os indicadores seleccionados sejam:



No quadro seguinte apresentam-se alguns exemplos de indicadores de desempenho ambiental.

Quadro 5 - Exemplo de indicadores de desempenho ambiental

Indicadores de desempenho operacional	Entradas	Kwh consumido/unidade produzida
		m ³ água consumida/unidade produzida
		Kg ou m ³ combustível consumido /unidade produzida
		Kg ou m ³ matérias-primas consumidas/unidade produzida
	Saídas	m ³ água residual /unidade produzida
		m ³ água residual / m ³ água consumida
Kg resíduos /unidade produzida		
Indicadores de desempenho de gestão	Horas de formação e sensibilização em ambiente/ano	
	% de redução de resíduos /ano	
	% de redução do consumo de água /ano	

6.PRODUÇÃO + LIMPA

Conceito de Produção + Limpa

Produção + Limpa define-se como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada, aplicada a processos, produtos e serviços, para incrementar a eficiência e reduzir os riscos ambientais e os riscos associados à saúde humana. A Produção + Limpa pode ser aplicada nos **processos produtivos** de uma indústria, nos **produtos** e nos diferentes **serviços** disponibilizados à sociedade.



- Para os **processos produtivos**, a Produção + Limpa resulta da combinação dos seguintes factores: poupança de matérias-primas e energia, substituição de materiais perigosos por outros não perigosos ou menos perigosos e redução da quantidade e perigosidade das emissões, das descargas de águas residuais e dos resíduos, antes de abandonarem o processo produtivo.
- Para os **produtos**, a Produção + Limpa centra-se na redução dos impactes ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a extracção de matéria-prima até à eliminação final do produto, através de concepção adequada (*ecodesign*).
- Para os **serviços**, a Produção + Limpa contempla a incorporação dos aspectos ambientais na concepção e na prestação de serviços.



Figura 20 – Esquema da Produção + Limpa

Elementos Chave da Produção + Limpa

Da definição de Produção + Limpa podemos extrair os seguintes elementos chave:

- É um processo contínuo e não uma actuação pontual;
- Não está limitada a indústrias ou empresas de certo tipo/tamanho;
- Tem como objectivo conseguir um equilíbrio razoável entre a disponibilidade e o consumo de matérias-primas e energia. Não é um conceito contraditório ao de crescimento. Pretende apenas que este seja feito de forma ecologicamente sustentável;
- Implica a produção de bens com o menor impacte ambiental possível, em função dos limites tecnológicos e económicos do momento. Não se limita somente à minimização de resíduos, sendo um conceito mais amplo, considerando os impactes ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto;
- Direciona-se também no sentido da redução dos riscos sobre a segurança e saúde dos trabalhadores e das pessoas. Neste contexto, a Produção + Limpa assume-se como uma estratégia de gestão integrada de gestão ambiental;
- É eficiente (aumenta a produtividade) e eficaz (resultados positivos a longo prazo);
- É uma estratégia com tripla vantagem: protege o meio ambiente, as pessoas (por exemplo, a segurança e saúde de trabalhadores, consumidores e população em geral) e as empresas (por exemplo, a sua rentabilidade, a sua imagem). Portanto, a Produção + Limpa é algo mais que uma estratégia ambiental, dado o seu interesse também pelos aspectos económicos e sociais.

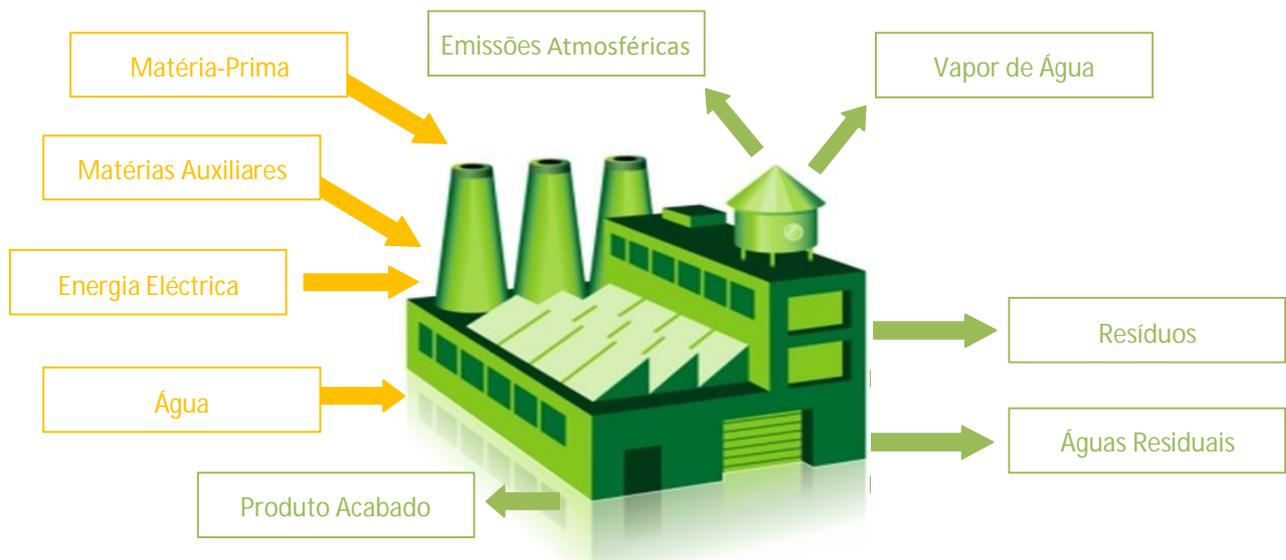


Figura 21 – Fluxos de *inputs* e *outputs* a ter em conta na Produção + Limpa

Os Quatro Princípios da Produção + Limpa

Princípio da precaução

A obrigação de provar que uma substância ou actividade não causará nenhum prejuízo ao meio ambiente é do potencial poluidor. As comunidades não podem ser responsabilizadas por demonstrar que algum dano ambiental ou social será causado pela actividade industrial. O princípio defende que a ciência é importante para esclarecer e gerar informações sobre os impactos sociais, económicos e culturais, pressionando as autoridades responsáveis pela tomada de decisão a não esperar por evidências irrefutáveis quando há dano ambiental. Em contrapartida, devem basear-se na cautela e no benefício da dúvida para proteger o ambiente natural e a comunidade.

Princípio da prevenção

Custa menos e é mais efectivo prevenir o dano ambiental do que tentar administrá-lo ou remediar a situação. A noção de prevenção da poluição substitui o já ultrapassado conceito de controle da poluição, exigindo mudanças nos processos e produtos de forma a evitar a produção de resíduos, especialmente os tóxicos. Este princípio intensifica a prática do uso eficiente da energia bem como o uso de fontes alternativas menos poluentes (como a energia solar e eólica) para substituir a excessiva ênfase no desenvolvimento e pesquisas de novas fontes de combustível fóssil.

Princípio do controle democrático

A produção limpa envolve todos os afectados por actividades industriais – incluindo os trabalhadores, as comunidades de proximidade e os consumidores finais. Os cidadãos devem possuir informação sobre as emissões industriais e ter acesso aos registos de poluição, plano de redução de uso de substâncias químicas tóxicas, bem como dados das matérias-primas dos produtos. O direito e o acesso à informação e o envolvimento na tomada de decisão garantem o controle democrático sobre o processo produtivo e a qualidade de vida da população directamente afectada e das gerações futuras.

Princípio da abordagem integrada e holística

Os perigos e riscos ambientais de um processo produtivo podem ser minimizados pelo rastreio completo do ciclo de vida de um produto. A sociedade deve adoptar uma abordagem integrada para o uso e o consumo de um recurso natural. Esta análise é essencial para garantir que materiais perigosos sejam extintos e não sejam substituídos por materiais que representem novas ameaças ambientais.

Objectivos da Produção + Limpa

- Aumentar a vantagem económica e competitiva da empresa.
- Racionalizar o uso de matérias-primas.
- Reduzir desperdícios.
- Minimizar a produção de resíduos, diminuindo impactes ambientais.
- Aumentar a competitividade, actualizando a empresa de acordo com as exigências do mercado.
- Adequar os processos e produtos em conformidade com a legislação ambiental.
- Permitir a obtenção de indicadores de eficiência.
- Documentar e manter os resultados obtidos.
- Promover e manter a boa imagem da empresa, divulgando a eco-eficiência da produção e a qualidade dos produtos oferecidos.

Vantagens da Produção + Limpa

Quadro 6 – Vantagens da implementação de técnicas de Produção + Limpa

VANTAGENS ECONÓMICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Poupança de matérias-primas, água e energia; • Redução dos custos de produção e do investimento em tecnologias de fim de linha; • Economias geradas pelo eventual suprimento da aplicação de sistemas de tratamento ou aplicação de sistemas menos complexos; • Melhoria da qualidade da produção por uma limitação de resíduos e peças defeituosas; • Diminuição dos riscos de poluição accidental; • Melhoria da manutenção; • Diminuição das taxas de seguro; • Maior facilidade de financiamento; • Desenvolvimento de tecnologias de ponta que podem ser exportadas.
VANTAGENS SOCIAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria das condições de trabalho; • Melhoria dos procedimentos e práticas internas da empresa; • Melhoria da comunicação dentro da empresa e entre esta e o exterior.
VANTAGENS ESTRATÉGICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria da imagem da empresa junto dos clientes e população envolvente; • Diminuição dos constrangimentos de localização industrial; • Melhoria da competitividade em relação à concorrência; • Preparação para o futuro estreitamento da regulamentação; • Maior facilidade no cumprimento da legislação.

Etapas para implementação da Produção + Limpa

Indicamos na figura seguinte as etapas para a implementação da Produção + Limpa.

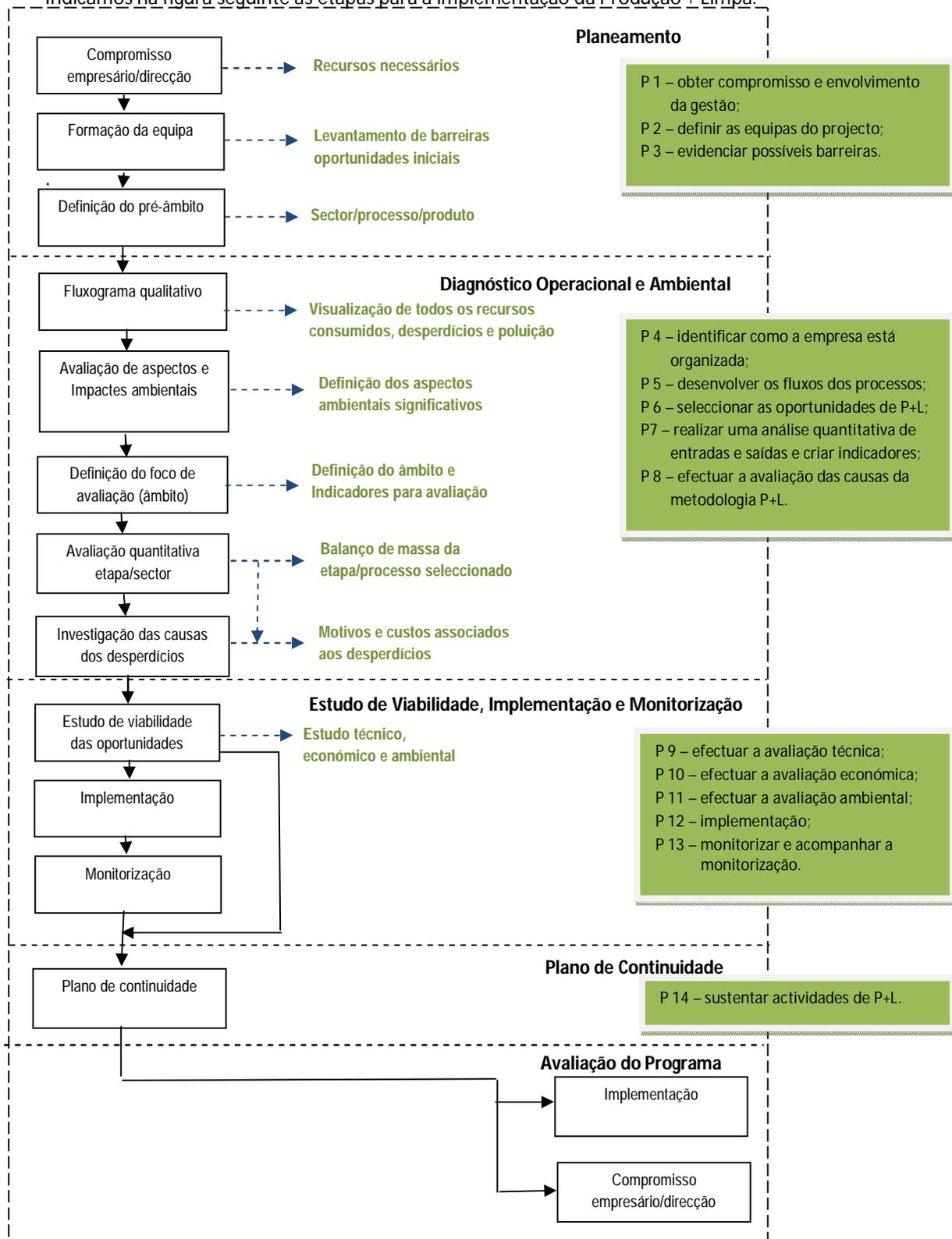


Figura 22 – Etapas para a implementação da Produção + Limpa

Apresenta-se de seguida, para cada um dos aspectos ambientais, nomeadamente, **consumo de matérias-primas, consumo de água, descarga de águas residuais, resíduos, energia, emissões atmosféricas, ruído e vibrações** algumas medidas que poderão ser implementadas no âmbito da Produção + Limpa.

6.1. Consumo de matérias-primas e auxiliares

A indústria cerâmica utiliza uma ampla gama de matérias-primas, que inclui grandes quantidades dos principais materiais de formação de corpos cerâmicos, e vários aditivos, aglutinantes e materiais decorativos aplicados na superfície, que são utilizados em menor escala. Considerando os processos produtivos da Indústria Cerâmica não se pode deixar de mencionar a importância da racionalização do consumo de matérias-primas e auxiliares, neste sector. Não só pelo consumo excessivo, mas também pelas características de perigosidade que alguns produtos representam, é possível identificar diversas oportunidades de P+L, e proceder à avaliação da viabilidade técnica, impactes ambientais e custos associados a cada opção identificada para definir as prioridades de implementação.

Seguidamente são descritos tópicos de boas práticas e medidas preventivas, que permitem a racionalização da qualidade e quantidade de matérias-primas e auxiliares consumidas nos processos de fabrico da Indústria Cerâmica.



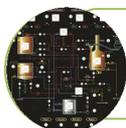
REDUÇÃO DOS IMPACTES CAUSADOS PELA EXTRACÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA (ARGILA)



CONTROLO DE QUALIDADE NA RECEPÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E AUXILIARES



SUBSTITUIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS E AUXILIARES



AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSOS PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS



MODIFICAÇÕES DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA OU DOS EQUIPAMENTOS PARA MINIMIZAÇÃO DAS PERDAS

Os tópicos acima listados serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



6.1.1. Redução dos impactes causados pela extracção da matéria-prima (argila)

A extracção da argila é a uma operação determinante para a Indústria Cerâmica pois permite obter a principal matéria-prima para a fabricação dos produtos cerâmicos. Desta forma, sugerem-se algumas medidas de prevenção dos vários impactes ambientais associados a esta actividade.



Acções a implementar

- ✓ **Elaboração de registo (em mapa) da extensão da extracção de argila para assegurar a minimização da erosão e degradação do solo**
- ✓ **Realização de estudos de caracterização da geologia regional e planeamento da extracção da argila das lavras, com o objectivo de evitar a degradação de nascentes e recursos hídricos, bem como áreas de protecção permanente e de protecção ambiental**
- ✓ **Melhoria nos sistemas de destorroamento de argila e contenção do seu arraste hídrico e eólico**
- ✓ **Melhoria nas condições de armazenamento de argila seca, definição de sistema para a sua alimentação e utilização de stock, a fim de evitar perdas de matéria-prima**
- ✓ **Melhoria do sistema de cobertura da argila transportada em camiões, durante o transporte, para evitar perdas de matéria-prima e poluição atmosférica por material particulado**
- ✓ **Remoção da terra acumulada sobre os locais de extracção, juntamente com a vegetação e reservá-la para um futuro trabalho de recomposição do terreno, após a extracção do minério**

Benefícios Ambientais

- ✎ **Redução do consumo de recursos naturais (matérias-primas e energia)**
- ✎ **Redução da quantidade de resíduos gerados**

Aspectos Económicos

- ✎ **Redução nos custos de matérias-primas**
- ✎ **Redução nos custos de gestão de resíduos e/ou produtos rejeitados**
- ✎ **Aumento da competitividade da empresa**

6.1.2. Controlo de qualidade na recepção de matérias-primas e auxiliares

O controlo de qualidade das matérias-primas é um factor determinante em qualquer empresa Cerâmica, pois permite ter logo à partida uma ordem de grandeza do rendimento a obter, bem como, verificar a presença de contaminantes que possam interferir na qualidade do produto final ou na sua colocação em determinados mercados.



A implementação de sistemas de controle de qualidade para matérias-primas e produtos auxiliares implica o estabelecimento de critérios e o conhecimento das especificações dos produtos considerados aceitáveis. Essa medida exige a formação de pessoal para a realização de testes analíticos e procedimentos operacionais que garantam sua adequada aplicação.



Acções a implementar

- ✓ **Elaborar, documentar, implementar e manter um procedimento que:**
 - Estabeleça os critérios de aceitação de matérias-primas e auxiliares
 - Defina ensaios/testes de recepção de matérias-primas, bem como métodos de análise
 - Tenha em consideração toda a informação presente nas fichas de dados de segurança dos produtos químicos, dando particular atenção aos impactes ambientais antes da sua utilização
- ✓ **Implantar um laboratório e/ou kit para realização de testes expeditos**
- ✓ **Elaborar, documentar, implementar e manter um procedimento que:**
 - Defina as boas práticas relativas às condições de manuseamento, acondicionamento e armazenagem de matérias-primas e auxiliares
 - Estabeleça metodologias de monitorização dessas boas práticas



Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução do consumo de matérias-primas**
- ✧ **Redução do consumo de água**
- ✧ **Redução do consumo de energia**
- ✧ **Redução da quantidade e/ou perigosidade dos resíduos produzidos**
- ✧ **Redução da produção de efluentes líquidos**
- ✧ **Redução das emissões gasosas**
- ✧ **Melhoria do funcionamento de estação de tratamento de águas residuais**



Aspectos Económicos

- ✧ Redução dos custos de matérias-primas
- ✧ Redução dos custos de gestão de resíduos e/ou produtos rejeitados
- ✧ Custos de equipamentos para testes
- ✧ Investimento em recursos humanos

6.1.3. Substituição de produtos químicos e auxiliares

Os vários aditivos, aglutinantes e materiais decorativos aplicados na superfície dos produtos cerâmicos, são geralmente produtos químicos que podem ter efeitos nefastos quer para o meio ambiente, quer para os trabalhadores que estão expostos às referidas substâncias

Desta forma, deverão ser aplicadas técnicas/tecnologias que permitam substituir as substâncias químicas perigosas e conseqüentemente reduzir o seu consumo e gerar menos resíduos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas perigosas.



Acções a implementar

- ✓ Substituir a utilização de aditivos, reagentes, aglutinantes e produtos químicos com elevados teores de contaminantes ou sobre os quais não existam informações ambientais disponíveis
- ✓ Informar designers e responsáveis pela concepção de novos produtos, sobre os impactes ambientais de determinados materiais ou tintas e recomendar alternativas mais seguras
- ✓ Se possível, substituir aditivos orgânicos por aditivos inorgânicos, favorecendo a redução/eliminação dos COV (compostos orgânicos voláteis), principalmente durante as operações de cozedura



Benefícios Ambientais

- ✧ Redução no consumo de produtos químicos perigosos
- ✧ Redução na quantidade de resíduos perigosos gerados

- ✧ Menor contaminação dos efluentes líquidos gerados e consequente otimização da operação da ETAR
- ✧ Menor contaminação dos efluentes gasosos gerados



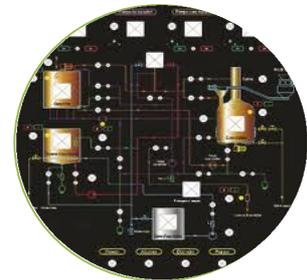
Aspectos Económicos

- ✧ Redução ou aumento nos custos de produtos químicos, conforme o caso
- ✧ Redução dos custos de gestão de resíduos e/ou produtos rejeitados
- ✧ Minimização dos custos com o tratamento de efluentes líquidos e gasosos gerados
- ✧ Aumento de competitividade

6.1.4. *Automatização de processos para redução dos desperdícios*

Num processo manual há mais probabilidades de ocorrerem erros, designadamente erros de pesagem, diluição, controlo de temperatura, tempo de residência, entre outros.

Recorrendo a sistemas automáticos obtêm-se os resultados pretendidos de forma mais exacta e por outro lado, possibilita a detecção e prevenção mais rápida de erros, traduzindo-se em redução dos custos operacionais, redução de desperdícios e prevenção de resíduos.





Acções a implementar

- ✓ Sempre que possível, automatizar os processos de adição de matérias-primas, reagentes, aditivos, etc.
- ✓ Na etapa de esmaltagem, implementação de um sistema de interrupção automática da aplicação de esmalte, quando ocorrerem falhas na sequência de apresentação das peças na esteira



Benefícios Ambientais

- ✧ Redução do consumo de matérias-primas e produtos químicos auxiliares
- ✧ Redução da quantidade e/ou perigosidade dos resíduos produzidos



Aspectos Económicos

- ✧ Redução dos custos com o consumo de produtos químicos
- ✧ Redução dos custos com o tratamento de efluentes
- ✧ Redução dos custos com a gestão de resíduos
- ✧ Aumento da competitividade

6.1.5. Modificações das condições de armazenamento da matéria-prima ou dos equipamentos para minimização das perdas

Algumas alterações nas condições de armazenamento, máquinas ou equipamentos podem favorecer a redução das perdas de matérias-primas e auxiliares. Assim sendo, descrevem-se seguidamente alguns exemplos de medidas que podem ser tomadas nos equipamentos e que contribuirão para uma P+L.



Acções a implementar

- ✓ Instalar silos para armazenamento das matérias-primas
- ✓ Isolar os equipamentos ou zonas de operações onde se gera o pó (por exemplo nas operações de mistura e moagem) e dotá-las de sistemas de aspiração e posterior reintrodução no processo
- ✓ Isolar os locais de armazenamento das matérias-primas a granel ou cercá-los com paredes, muros, barreiras (naturais ou artificiais)



Benefícios Ambientais

- ✧ Redução na quantidade e/ou perigosidade dos resíduos gerados e emissões de partículas
- ✧ Redução no consumo de recursos (água, energia)
- ✧ Redução da contaminação das águas residuais



Aspectos Económicos

- ✧ Redução de custos com produtos químicos
- ✧ Redução de custos com o consumo de água e energia
- ✧ Redução de custos de gestão de resíduos
- ✧ Aumento de competitividade

6.2. Consumo de água e emissão de águas residuais

O **consumo de água** desenvolve um papel muito **importante na indústria cerâmica**, sendo um elemento indispensável numa série de processos, designadamente na preparação de argila e de **esmaltes líquidos, nos corpos de argila para conformação, na moagem por via húmida**, entre outros processos. Este consumo de água, tem pouco impacto na geração de efluentes, uma vez que é emitido quase que inteiramente para a atmosfera por evaporação em diferentes etapas do processo: atomização, secagem, vidragem e queima.

Neste sector industrial o consumo de água pode estar ainda associado a processos auxiliares ao processo de fabrico, tais como:

- Nos sistemas de despoejamento, como **agente redutor das emissões de partículas**;
- Nos **sistemas de pulverização/rega para minimização das emissões difusas** provocadas pelo transporte e armazenamento de matérias-primas pulverulentas;
- Nos **sistemas de depuração de emissões gasosas**;
- Como um **veículo de transferências de calor nas operações de conformação de peças** (quando se utilizam prensas hidráulicas) ou em tratamentos mecânicos (polimento, rectificação e corte). A água utilizada nestes processos pode ser reciclada em circuito fechado, após operações simples de refrigeração e / ou depuração.
- Como um **agente de lavagem** das instalações:
 - ✓ Na secção de preparação de pastas.
 - ✓ Na secção de preparação de esmaltes.
 - ✓ Em linhas e equipamentos de esmaltagem.

Os efluentes resultantes da lavagem da secção de preparação de pastas por via húmida, são quantitativamente pouco significativos, podendo ser recirculados na etapa de moagem de matérias-primas. No entanto, o efluente gerado na lavagem da secção de preparação e aplicação de esmaltes é a principal fonte de águas residuais na indústria cerâmica.

- ✓ Outras utilizações: na indústria cerâmica, também se utiliza água na lavagem de corantes sistemas de refrigeração, compressores, entre outros.

Os principais contaminantes que podem estar presentes nestes efluentes são: resíduos sólidos da evaporação, cloro, sulfatos, fosfatos, ácido silícico, cálcio, magnésio, boro, zinco, chumbo, cádmio, cromo, cobre, níquel e cobalto oriundos de produtos como esmaltes, resinas e da própria argila. Este efluente líquido, se for lançado sem tratamento prévio no meio ambiente, gera impactes ambientais negativos significativos, como por exemplo, a contaminação de solos, de aquíferos e de sedimentos no leito dos rios e lagos.

No quadro seguinte, resumem-se os principais pontos de consumo de água e principais destinos dos efluentes líquidos gerados no processo de fabrico da indústria cerâmica.

Quadro 7 - Resumo dos principais consumos de água e destino dos efluentes líquidos gerados no processo de fabrico da indústria cerâmica

Etapa do Processo	Consumo de água	Destino
Armazenamento de matéria-prima	Irrigação de stocks de argila armazenados ao ar livre no solo e zonas não pavimentadas	Atmosfera (evaporação) Infiltração no solo
Moagem por via húmida	Matéria-prima Agente de lavagem	Reutilização das águas residuais na preparação de matéria-prima
Moagem por via seca	Matéria-prima	Atmosfera (evaporação)
Atomização	Agente de limpeza Sistemas de depuração de gás por via húmida	Atmosfera (evaporação) Reutilização das águas residuais na preparação de matéria-prima
Conformação das peças	Veículo de transferências de calor	Reutilização em circuito fechado com torre de refrigeração
Preparação de esmaltes	Matéria-prima Agente de lavagem	Reutilização de águas residuais na preparação de matérias-primas (suporte) no próprio processo ou por gestão externa Agente de lavagem após o tratamento físico-químico Descarga com depuração prévia
Esmaltagem	Sistemas de depuração por via húmida Agente de lavagem	Atmosfera (evaporação) Reutilização de águas residuais na preparação de matérias-primas (suporte) no próprio processo ou por gestão externa Agente de lavagem após tratamento físico-químico Descarga com depuração prévia
Polimento, rectificação e corte	Veículo de transferências de calor e limpeza dos resíduos da operação	Reutilização em circuito fechado (com depuração prévia)

A racionalização do consumo de água pode conduzir a **poupanças muito significativas**, não só no **gasto deste bem escasso**, mas também, **traduzindo-se em benefícios financeiros quantificáveis**.

Seguidamente são descritas boas práticas e medidas preventivas do consumo de água e produção de águas residuais para a Indústria Cerâmica e que contribuirão para uma produção + limpa neste sector.



INSTALAÇÃO DE CONTADORES/CAUDALÍMETROS



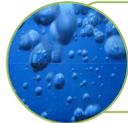
IDENTIFICAÇÃO E PREVENÇÃO DE FUGAS DE ÁGUA



ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E OPTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA



INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE BAIXO CONSUMO DE ÁGUA



REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS NAS OPERAÇÕES DE LAVAGEM



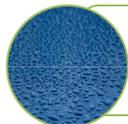
REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS NAS OPERAÇÕES DE REFRIGERAÇÃO



IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS



UTILIZAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS



UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes do presente manual, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.

Convém ainda, salientar que algumas das acções a implementar, são baseadas na informação contida no Guia Técnico do Sector Cerâmica, elaborado pelo Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia (INETI), no âmbito do Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI) e no documento de referência sobre as Melhores Tecnologias Disponíveis (BREF- "Best Available Technologies (BAT) REFERENCE documents") para a Indústria Cerâmica, elaborado pela Comissão Europeia



6.2.1. Instalação de contadores/caudalímetros

Como ponto de partida para uma racionalização do consumo de água é essencial medir e controlar a água nos processos através de contadores ou caudalímetros para quantificar o fluxo de água consumida. Assim sendo deverão ser implementadas as acções a seguir descritas.



Acções a implementar

- ✓ Instalar contadores ou caudalímetros para quantificar o caudal de água consumida
- ✓ Em seguida, registar a leitura de dados frequentemente, o que constituirá a base para determinar a quantidade de água consumida na empresa e a quantidade de águas residuais geradas e promover a redução do consumo



Benefícios Ambientais

- ✎ Racionalização do consumo de água
- ✎ Redução da quantidade de águas residuais produzidas



Aspectos Económicos

- ✎ Investimento inicial na aquisição do equipamento contadores/caudalímetros
- ✎ Racionalização do consumo de água e conseqüente redução do custo de abastecimento e de lançamento de águas residuais

6.2.2. Identificação e prevenção das fugas de água

A existência de perdas reais de água nos sistemas de distribuição deve-se sobretudo a factores relacionados com o tipo de construção, os materiais utilizados, as pressões, a idade da rede e as práticas de operação e de manutenção.

Assim, devem ser implementadas medidas que permitam detectar, localizar e eliminar perdas de água resultantes de fugas da rede de distribuição, ao nível das tubagens e das respectivas juntas, bem como dos diferentes dispositivos de utilização de água. Devem ser realizadas ainda inspecções periódicas preventivas ao estado da rede de abastecimento de água à unidade industrial.

Em situação de escassez hídrica devem ser acentuados os cuidados de detecção e eliminação de perdas de água na unidade industrial.



Acções a implementar

- ✓ **Elaborar um plano de manutenção preventiva com definição de critérios para a inspecção regular das instalações hidráulicas e equipamentos, definição de responsabilidades e periodicidade de verificação;**
- ✓ **Substituir peças hidráulicas em toda a instalação e equipamentos, sempre que necessário e incluir a rede de distribuição e equipamentos das instalações sanitárias e cozinha/refeitório**
- ✓ **Criar instruções que sensibilizem todos os colaboradores para a identificação e sinalização de fugas e a obrigatoriedade de reportar esta informação ao encarregado responsável pela manutenção das instalações.**

Na figura 23 apresenta-se um exemplo de cartaz afixado numa instalação fabril, com alerta para este tipo de situação



Figura 23 - Instrução para sensibilização na detecção de fugas



Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução do consumo de recursos naturais (água)**
- ✧ **Redução dos impactes ambientais originados pelas fugas de água**



Aspectos Económicos

- ✧ Investimento na revisão do sistema hidráulico e reparos nas edificações
- ✧ Redução do custo de abastecimento de água
- ✧ Redução do custo de gestão de águas residuais produzidas

6.2.3. Análise do processo de produção e optimização do consumo de água

Tal como referido anteriormente neste manual, a Indústria Cerâmica, tem processos de fabrico consumidores de água. Assim sendo, torna-se **essencial analisar os processos e otimizar o consumo de água consoante as necessidades de produção**

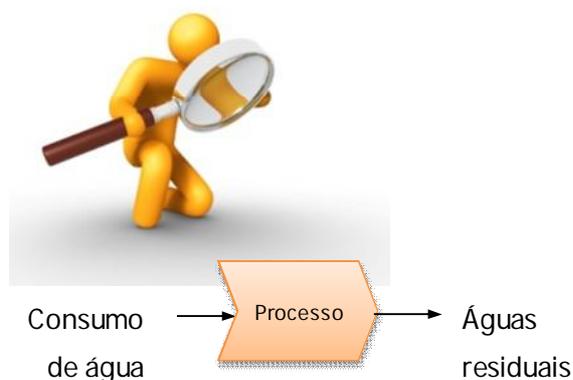
Esta boa prática ajuda a prevenir excedentes no consumo de água e consequentemente a prevenção da geração de águas residuais desnecessárias.

Na realidade, verifica-se que o volume de água consumida varia substancialmente de empresa para empresa e que a sua racionalização pode conduzir a poupanças muito significativas.



Acções a implementar

- ✓ **Determinar o consumo de água por operação através de um balanço, onde se quantifiquem entradas e saídas de água**



- ✓ Estabelecer uma relação entre volume de produção e consumo de água, por exemplo: m³ água/tonelada de produção
- ✓ Instalar equipamento controlador de caudal e válvulas automáticas de paragem em máquinas quando em processo contínuo
- ✓ Instalar controladores automáticos de caudal de água
- ✓ Optimizar tabelas de produção e ajustar a qualidade do pré-tratamento, seguindo as necessidades de produção
- ✓ Pesquisar a possibilidade de combinar diferentes tratamentos num único processo
- ✓ Ponderar a reutilização de água de refrigeração como água de processo (possibilitar também a recuperação de calor)
- ✓ Pesquisar possibilidades de reutilização da água - reciclar por característica de qualidade, observar o volume dos vários processos a fim de identificar possibilidades nas quais as substâncias são valorizáveis e/ou não interferem com a qualidade do produto



- ✧ Redução do consumo de recursos naturais (água, energia)
- ✧ Redução da produção de águas residuais



- ✧ Redução do custo de abastecimento de água
- ✧ Redução dos custos de tratamento e de descarga de águas residuais
- ✧ Aumento da competitividade

6.2.4. Instalação de máquinas e equipamentos de baixo consumo de água

Numa perspectiva de economizar o consumo de água, os fabricantes de máquinas e equipamentos têm desenvolvido novas unidades cada vez mais eficientes. Assim sendo, destaca-se a importância da aquisição de máquinas e equipamentos de baixo consumo de água e da adaptação dos equipamentos já existentes.



Acções a implementar

- ✓ No momento de aquisição de máquinas/equipamentos que envolvam o consumo de água, optar por equipamentos que sejam mais eficientes, ou seja, que permitam um menor consumo de água
- ✓ Relativamente às máquinas/equipamentos existentes, instalar válvulas, sensores e outros tipos de dispositivos que permitam controlar o consumo de água e que não possibilitem exceder a quantidade necessária para a execução da função



Benefícios Ambientais

- ✧ Redução do consumo de água
- ✧ Redução do consumo de energia
- ✧ Redução da produção de águas residuais

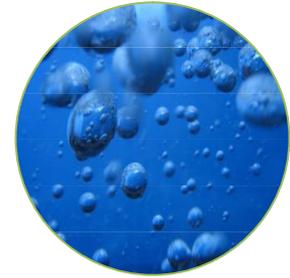


Aspectos Económicos

- ✧ Investimento na aquisição de equipamentos e máquinas
- ✧ Redução do custo de abastecimento de água
- ✧ Redução do custo de tratamento e descarga de águas residuais

6.2.5. Redução do consumo de água e geração de águas residuais nas operações de lavagem

As operações de lavagem são das mais comuns e mais consumidoras de água nos processos produtivos da Indústria Cerâmica. O consumo de água desnecessário incrementa a quantidade de águas residuais, pelo que se devem implementar medidas minimizadoras de utilização de água.



Acções a implementar

- ✓ Evitar padronizar a quantidade de água nos processos, tendo como referência a pior condição, que se reflecte em maior consumo
- ✓ Estabelecer e implementar tempos nas operações de lavagem
- ✓ Fechar as saídas de água na operação de lavagem
- ✓ Utilizar diversas lavagens com quantidade reduzida de água, em vez de uma única lavagem com grande quantidade de água
- ✓ Reutilizar as águas de lavagem, sempre que possível
- ✓ Evitar a utilização de água potável ou tratada em operações de limpeza das instalações e equipamentos
- ✓ Sempre que possível optar por processos de limpeza a seco
- ✓ Instalar um sistema de alta pressão para os processos de lavagem



Benefícios Ambientais

- ✎ Redução do consumo de recursos naturais (água e energia)
- ✎ Redução da produção de águas residuais
- ✎ Redução do consumo de produtos químicos necessários ao tratamento das águas residuais
- ✎ Optimização da operação da ETAR



Aspectos Económicos

- ✧ Redução de custos associados ao abastecimento de água e ao tratamento de águas residuais
- ✧ Redução dos custos com produtos químicos
- ✧ No caso de recuperação e recirculação das águas de lavagem pode haver necessidade de um tratamento, existindo por isso custos associados. No entanto, há uma redução significativa nos custos com a captação de água

6.2.6. Redução do consumo de água e produção de águas residuais nas operações de refrigeração

Atendendo ao seu conteúdo energético, a água proveniente de arrefecimentos de não contacto pode ser aproveitada noutras operações. Seguidamente são apresentadas algumas medidas de P+L para redução do consumo de água nas operações de refrigeração.



Acções a implementar

- ✓ Recircular a água no próprio equipamento, por meio de sistema de refrigeração em circuito fechado
- ✓ Reutilizar a água de refrigeração em processos que não requeiram água potável
- ✓ Sempre que a água proveniente de sistemas de refrigeração não circule em circuito fechado, pode ser aproveitada atendendo ao seu conteúdo energético



Benefícios Ambientais

- ✧ Redução do consumo de recursos naturais (água e energia)
- ✧ Redução da quantidade de águas residuais produzidas



Aspectos Económicos

- ✎ Custos com a implementação de um sistema de segregação das águas residuais, assim como com a aquisição de tanques de armazenamento para as águas residuais a reutilizar
- ✎ Redução do custo de captação e de tratamento de águas residuais
- ✎ Redução dos custos energéticos

6.2.7. Implementação de tecnologias de tratamento de águas residuais

Sempre que não for possível evitar a produção de águas residuais nem reaproveitá-las ou descarregá-las directamente, por falta dos parâmetros de qualidade requeridos, deverá recorrer-se a sistemas de tratamento desses efluentes. Desta forma sugerem-se as seguintes medidas de P+L.



Acções a implementar

✓ Implementar sistemas de tratamento de águas residuais

As técnicas de tratamento de águas residuais mais comuns na indústria cerâmica são estações de tratamento de águas residuais (ETAR) onde se desenvolvem os processos físicos de **sedimentação e homogeneização, seguido por etapas químicas de neutralização, coagulação, e floculação**. Este tipo de instalações é muito adequado para tratamento de águas residuais na indústria cerâmica e tem grande versatilidade no que se refere à sequência dos elementos que a compõem. No entanto, existem mais tecnologias que poderão ser aplicadas.

Seguidamente são especificados alguns dos tipos de tratamentos possíveis para a indústria cerâmica.

Homogeneização

Os tanques de homogeneização são utilizados para obter uma composição consistente (homogénea) do efluente a ser tratado, e suprimir tanto quanto possível, os problemas associados à variação da composição do efluente.



Figura 24 - Agitador e tanque de homogeneização

Neutralização

Este processo é usado para corrigir o pH da água, pela adição de ácidos ou bases permitindo atingir valores de pH numa faixa compatível com as fases posteriores do processo ou limites previstos na lei. A escolha do modo de operação depende das características químicas e quantidade de fluxo a ser tratado, custo e disponibilidade dos reagentes, quantidade de lamas geradas e objectivo do tratamento.

Oxigenação

Este é um processo físico frequentemente utilizado no tratamento de água com diferentes finalidades, tais como: oxigenação do material para facilitar a posterior floculação, oxigenação dos compostos orgânicos presentes na água residual, eliminação de odores, etc. O equipamento de oxigenação pode envolver agitadores ou turbinas.

Sedimentação (Decantação)

Separação parcial dos sólidos com o líquido por gravidade. Há vários tipos de tanques de decantação, que podem ser rectangulares, redondos ou de lamelas.

A figura 25 apresenta um sedimentador de lamelas.



Figura 25 - Sedimentadores de lamelas

Filtração



Figura 26 - Filtros em profundidade

A filtração consiste na separação dos sólidos suspensos do líquido, fazendo passar a suspensão através de um meio poroso que retém os sólidos e permite a fluidez do líquido. Os tipos de filtros utilizados na indústria cerâmica são filtros em profundidade (de leito), filtros de prensa e filtros de rotação em vácuo.

Osmose inversa

A osmose tem como princípio a condução espontânea de um solvente de uma solução diluída para outra concentrada através de uma membrana semi-permeável que bloqueia a passagem de soluto, mas permite a passagem de solvente. A osmose inversa, acontece se for aplicada uma pressão à solução concentrada superior à pressão osmótica. Neste caso há condução da solução concentrada para a diluída, igualmente na presença da membrana semi-permeável. Este tipo de membranas permite a retenção de elevadas percentagens de elementos minerais, orgânicos e coloidais.

Coagulação e floculação

O objectivo destes tratamentos é quebrar as suspensões coloidais e produzir a aglomeração das partículas. Estas suspensões têm alta estabilidade devido ao pequeno tamanho das partículas, a forma e a existência de cargas superficiais que impedem a aproximação.

Normalmente a coagulação e floculação são termos usados como sinónimos; no entanto, cada termo descreve um papel no processo de aglomeração. Coagulação é a desestabilização de partículas coloidais, principalmente pela neutralização de cargas eléctricas, enquanto que a floculação é o agrupamento de partículas sem carga, por contacto entre si, para formar flocos.

Os coagulantes mais utilizados são os sais de ferro e alumínio e os polímeros orgânicos (catiónicos ou aniónicos) embora estes últimos possam ser considerados floculantes. Os floculantes são substâncias de alto peso molecular, solúveis em água e com um elevado número de centros activos onde as partículas são fixadas por mecanismos de adsorção.

Os processos de tratamento de águas residuais anteriormente mencionados, **podem ser aplicados em todos os sectores da indústria cerâmica**. Contudo deve ser considerado o seguinte:

- Se a finalidade da água residual é a **reutilização nos processos de preparação de corpos cerâmicos**, em princípio **não é necessário nenhum tratamento**, no entanto aconselha-se a aquisição de um tanque de homogeneização para **assegurar as características de homogeneização da mistura**.
- Se a finalidade da água é para **limpeza das instalações**, será necessária água com mais qualidade; desta forma será necessária **sedimentação seguida de oxigenação, com ou sem subsequente tratamento químico para remoção de odores**.
- Excesso de **água residual** no processo que tem de ser **lançada no colectador ou em meio-hídrico**, geralmente **requer uma combinação dos vários tratamentos** (homogeneização, floculação, sedimentação, filtração, etc.). Subsequentemente poderá ser ainda aplicada uma osmose inversa para redução da quantidade de carga poluente na água residual.

No esquema seguinte apresenta-se um exemplo de um sistema de tratamento de águas residuais numa indústria de louça utilitária e decorativa.

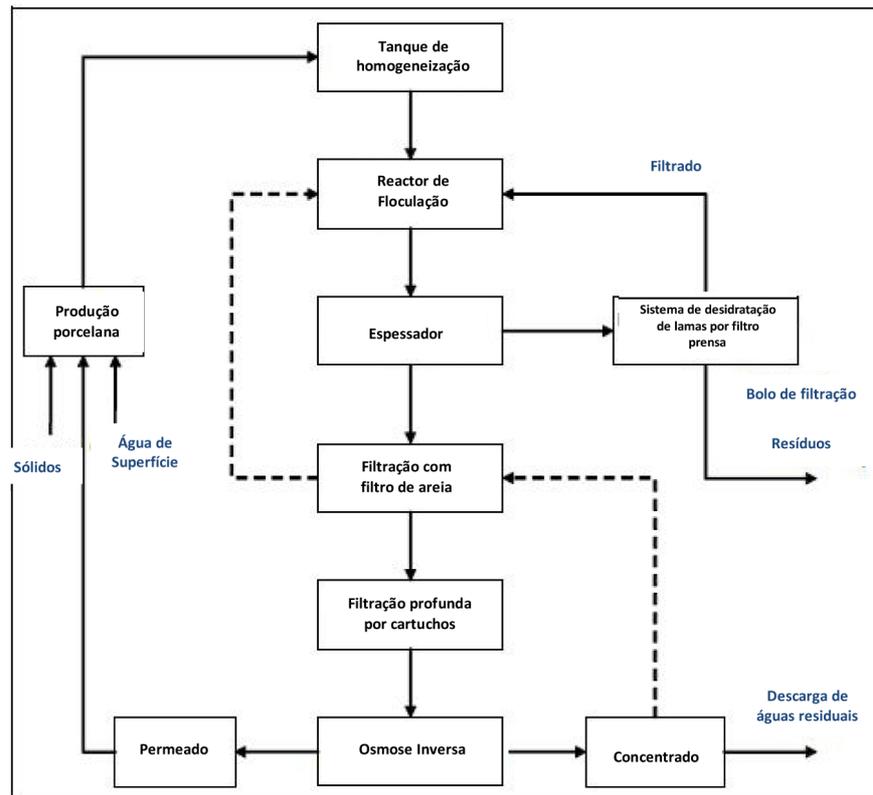


Figura 27 - Sistema de tratamento de águas residuais numa indústria de louça utilitária e decorativa



Benefícios Ambientais

- ❖ Redução da contaminação da água (carga orgânica, agentes químicos, etc.)
- ❖ Redução do consumo de água atendendo a que a água tratada pode ser utilizada noutras aplicações



Aspectos Económicos

- ❖ Custos com a aquisição e manutenção dos equipamentos para tratamento das águas residuais
- ❖ Poupanças com a possibilidade de reaproveitamento de águas tratadas
- ❖ Eliminação de custos com coimas associadas à descarga de efluentes não cumprindo os valores limite de emissão

6.2.8. Utilização de efluentes tratados

Tendo em conta que a reutilização de águas, tem um impacte significativo na redução do consumo deste recurso natural e que a água de reutilização é cerca de 75% mais barata do que a água potável, deverão pesquisar-se todas as possibilidades de reutilização. Seguidamente são descritas algumas acções possíveis de implementar na Indústria Cerâmica e que estão relacionadas com a utilização de efluentes tratados.



Acções a implementar

- ✓ **Utilizar efluentes tratados de sistemas públicos, sendo para isso necessário:**
 - a instalação de tubagem para ligação da empresa até a estação de tratamento ou utilização de camiões cisterna para o transporte da água
 - a adequação do tratamento da estação para atender às necessidades dos parâmetros de qualidade da água para os processos
 - a construção de caixas de água para recepção e armazenamento da água de reutilização
- ✓ **Utilizar efluentes industriais tratados na geração de vapor das caldeiras, sendo para isso necessário também:**
 - a instalação de tubagem para ligação da empresa até à estação de tratamento ou utilização de camiões cisterna para o transporte da água
 - a construção de caixas de água para recepção e armazenamento da água de reutilização
 - a adequação da qualidade da água para entrada na caldeira (dureza, condutividade, sais), através de bombas e doseadores automáticos
- ✓ **Reutilização de efluentes industriais tratados na ETAR da empresa, para a lavagem de equipamentos, pisos, filtros, entre outros**



Benefícios Ambientais

- ✎ **Redução no consumo de água**
- ✎ **Redução do uso de produtos químicos**
- ✎ **Redução do consumo de energia**



Aspectos Económicos

- ✎ **Redução nos custos de processo uma vez que a água de reutilização é cerca de 75% mais barata do que a água potável**

6.2.9. Utilização de águas pluviais

As águas resultantes da chuva podem ser utilizadas no processo produtivo e no conforto interno do ambiente fabril. Seguidamente destacam-se algumas acções que contribuirão para uma produção mais limpa.



Acções a implementar

✓ Utilização de águas pluviais nas actividades da Indústria Cerâmica

As águas residuais provenientes do(s) telhado(s), do(s) pavilhão(ões) industrial(ais) e área(s) administrativas(s) deverão ser recolhidas e armazenadas em cisternas.

Deverá ser elaborado um estudo que permita identificar a possibilidade da utilização das águas pluviais em algumas actividades da indústria cerâmica, nomeadamente em certas etapas do processo, em operações de lavagem, em instalações sanitárias e rega de espaços verdes.

✓ Utilização de águas pluviais no conforto interno de ambiente

As águas residuais provenientes do(s) telhado(s), do(s) pavilhão(ões) industrial(ais) e área(s) administrativas(s) deverão ser recolhidas e utilizadas em sistemas de refrigeração de telhados dos pavilhões industriais, usando aspersores em circuito fechado.



Benefícios Ambientais

- ✎ Redução no consumo de recursos naturais ou água potável
- ✎ Utilização de sistemas de refrigeração menos complexos na área industrial e, por consequência, maior economia da energia eléctrica
- ✎ Melhoria da humidade relativa do ambiente interno



Aspectos Económicos

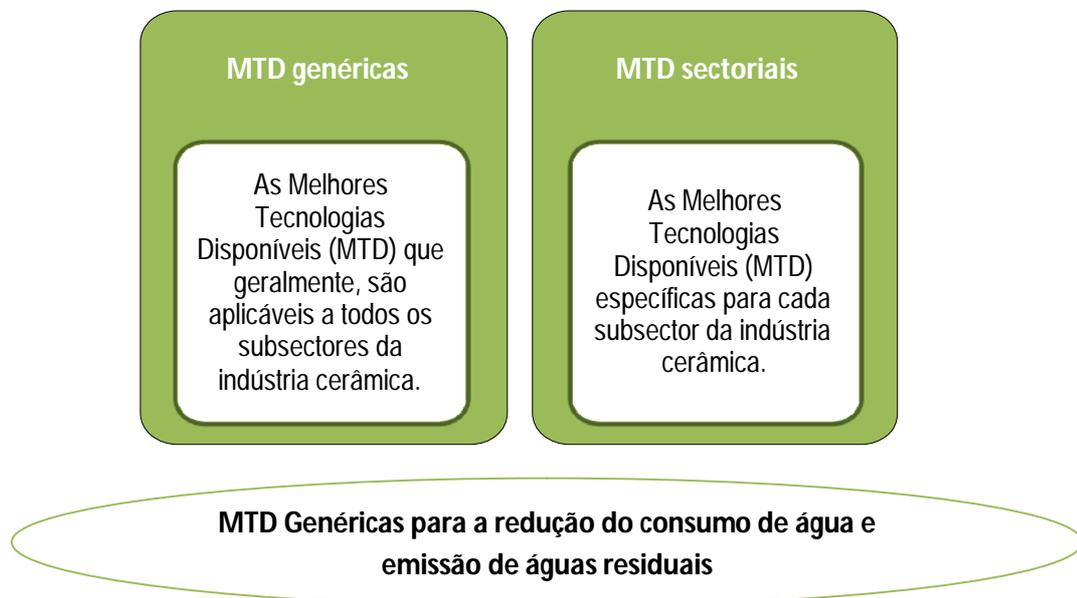
- ✎ Redução dos custos com o consumo de água
- ✎ Redução dos custos com o consumo de energia eléctrica e comparação com os sistemas de refrigeração convencionais

6.2.10. Melhores Tecnologias Disponíveis

No presente subcapítulo, pretendem-se identificar de uma forma resumida as Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD), com base no documento de referência sobre as Melhores Tecnologias Disponíveis (BREF - "Best Available Technologies (BAT) REFERENCE documents") para a Indústria Cerâmica, elaborado pela Comissão Europeia. Os referidos documentos, não impõem valores limite de emissão (VLE), mas sugerem VLE associados à utilização das MTD, bem como uma selecção das referidas tecnologias.

A determinação da viabilidade de implementação numa unidade industrial, envolverá a consideração de factores locais específicos, das características técnicas da instalação em causa, da sua localização geográfica e das condições ambientais locais. Para as instalações existentes devem também ter-se em conta a viabilidade económica e técnica da modernização.

Os parágrafos seguintes resumem as principais conclusões sobre as **MTD para a indústria cerâmica** em relação à **redução do consumo de água e emissão de águas residuais**. Para este aspecto ambiental e de acordo com o BREF para a indústria cerâmica, as conclusões sobre as MTD estão subdivididas em dois níveis:



- Reduzir o consumo de água através da aplicação das diferentes medidas de optimização do processo (listadas na Secção 4.4.5.1 do BREF para a indústria cerâmica), que podem ser aplicadas em conjunto ou isoladamente, designadamente:
 - Actuar nos circuitos de distribuição de água, instalando válvulas que evitem perdas;
 - Instalar um sistema de alta pressão para os processos de lavagem;
 - Optar por processos de limpeza a seco;
 - Instalar sistemas de recolha dos resíduos no processo de esmaltagem;
 - Instalar sistemas automáticos de transporte de materiais, devidamente isolados;
 - Recolher separadamente os efluentes líquidos provenientes das diferentes etapas do processo;
 - Reutilizar o efluente no mesmo processo, após tratamento adequado.
- Tratar as águas residuais do processo através da aplicação de diferentes sistemas de depuração listados na Secção 4.4.5.2 do BREF para a indústria cerâmica (exploradas no subcapítulo 6.2.7 do presente manual), que podem ser aplicadas em conjunto ou separadamente para garantir o tratamento adequado da água a ser reutilizada no processo de fabricação, ou por forma a ser descarregada directamente nas linhas de água ou indirectamente no sistema de saneamento.

O quadro seguinte, mostra os valores limites de emissão de contaminantes nas descargas de águas residuais, associados às MTD:

Quadro 8 - Valores limites de emissão associados às melhores tecnologias disponíveis

Parâmetro	VLE -MTD
Sólidos Suspensos Totais	50 mg/l
Compostos Orgânicos Halogenados	0.1 mg/l
Chumbo (Pb)	0.3 mg/l
Zinco (Zn)	2.0 mg/l
Cádmio (Cd)	0.07 mg/l

Se no processo de fabricação for reutilizada mais de 50% de água do processo, podem também considerar-se concentrações superiores desses poluentes, desde que a quantidade de carga poluente específica por unidade de produção (kg de matérias-primas processadas) não seja superior à carga do contaminante resultante de uma taxa de reciclagem de água de menos de 50%.

MTD Sectoriais

Reutilização das águas residuais do processo

No fabrico de **cerâmica de pavimentos e revestimentos, cerâmica utilitária e decorativa, cerâmica de louça**, reutilizar as águas residuais do processo de fabrico, com uma taxa de reciclagem das águas entre 50% e 100% (no caso de cerâmica de pavimentos e revestimentos, dependendo do tipo de produto a ser fabricado) ou entre 30% e 50% (para cerâmica utilitária e decorativa e sanitária) através de uma combinação de medidas de optimização do processo e sistemas de depuração de águas residuais do processo.

Reutilização de lamas

No fabrico de **cerâmica de pavimentos e revestimentos**, reutilizar as lamas provenientes dos sistemas de depuração das águas residuais do processo na preparação do corpo cerâmico, numa proporção compreendida entre 0,4 % e 1,5 % em peso da lama seca adicionado ao corpo de cerâmica, através de um sistema de reciclagem de lamas, se apropriado.

6.3. Resíduos

As actividades do sector cerâmico podem gerar resíduos em várias operações e com características diversas, tais como lamas de decantação do tratamento de efluentes líquidos, cacos de cerâmica em cru, cacos de cerâmica cozidos, embalagens usadas, embalagens e contentores contaminados.

A deposição não controlada de resíduos cerâmicos no solo gera a sua contaminação, assim como a contaminação de lençóis freáticos por meio da lixiviação de metais pesados, como chumbo e zinco.

A geração de resíduos de embalagens é outro aspecto ambiental a ser considerado, pois advém de caixas de papel e cartão, sacos e embalagens plásticos, bem como recipientes e contentores de produtos químicos. A deposição inadequada deste tipo de embalagens pode causar impactes graves no meio ambiente pelo potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, principalmente no caso de se encontrarem impregnados com restos de produtos químicos tóxicos. Em vários casos é viável o retorno dos recipientes aos fornecedores; no entanto, muitas vezes o que ocorre é o seu encaminhamento para aterros industriais.

Nos quadros seguintes, são descritos os principais tipos de resíduos gerados nos vários subsectores da Indústria Cerâmica, sendo identificada a sua proveniência, bem como o código LER associado.

Quadro 9 - Principais tipos de resíduos produzidos na indústria cerâmica

ORIGEM	RESÍDUOS	LER
Resíduos de fabrico de peças cerâmicas, tijolos, ladrilhos, telhas e produtos de construção	Resíduos da preparação da mistura (antes do processo térmico)	10 12 01
	Partículas e poeiras	10 12 03
	Lamas e bolos de filtração do tratamento de gases	10 12 05
	Moldes fora de uso	10 12 06
	Resíduos do fabrico de peças cerâmicas, tijolos, ladrilhos, telhas e produtos de construção (após o processo térmico)	10 12 08
	Resíduos sólidos do tratamento de gases contendo substâncias perigosas	10 12 09 (*)
	Resíduos sólidos do tratamento de gases não abrangidos em 10 12 09	10 12 10
	Resíduos de vitrificação contendo metais pesados	10 12 11 (*)
	Resíduos de vitrificação não abrangidos em 10 12 11	10 12 12
	Outros resíduos não anteriormente especificados	10 12 99
Estação de tratamento de efluentes	Lamas do tratamento local de efluentes	10 12 13
Embalagem	Embalagens de papel e cartão	15 01 01
	Embalagens de plástico	15 01 02
	Embalagens de madeira	15 01 03
	Papel e cartão	20 01 01
	Plásticos	20 01 39
Manutenção	Óleos minerais clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 04 (*)
	Óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 05 (*)
	Óleos sintéticos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 06 (*)
	Óleos facilmente biodegradáveis de motores, transmissões e lubrificação	13 02 07 (*)
	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08 (*)

(*) Resíduo perigoso

O novo regime geral de gestão de resíduos, republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, define os **Princípios da Hierarquia de Gestão de Resíduos**, ilustrados na figura seguinte.



Figura 28 - Princípios da hierarquia de gestão de resíduos

A **Prevenção**, no seio da qual se insere a problemática da redução, **escala-se no topo da hierarquia europeia da gestão de resíduos** e pode entender-se de dois modos:



Através da prevenção da geração de resíduos industriais, **umenta-se a eco-eficiência e reduz-se os custos não produtivos de tratamento e destino final**, obtendo-se benefícios económicos quantificáveis nas Organizações.

Em **contexto industrial**, a **prevenção da geração de resíduos** passa essencialmente, pela aplicação de **três atitudes**:

- ✓ **Repensar/Racionalizar** - que pressupõe a mudança de comportamentos, alguns aparentemente simples como a eliminação do desperdício ocasionado pela falta de informação dos colaboradores ou mesmo por atitudes negligentes. Outras situações são mais complexas, como alterar as matérias-primas e/ou os processos e/ou as tecnologias.
- ✓ **Recusar** - que subentende a rejeição de matérias-primas, matérias subsidiárias, produtos, processos e/ou tecnologias que causem danos à saúde ou ao meio ambiente.

- ✓ **Reduzir a geração de resíduos - ou seja, consumir menos e melhor, racionalizando o uso de materiais no quotidiano da indústria e que pode implicar:**
 - Medidas para melhorar os índices de produtividade;
 - Alterações organizacionais na empresa;
 - Melhorias no controlo e supervisão internos;
 - Alterações tecnológicas no processo;
 - Aplicação de tecnologias mais limpas ou das melhores tecnologias disponíveis aos processos produtivos e de suporte;
 - Medidas de poupança de matérias-primas;
 - Recuperação de materiais / produtos / aproveitamento de resíduos;
 - Sensibilização e formação de todas as partes envolvidas na Organização.

Sendo a Prevenção a primeira das opções da estratégia comunitária e nacional em matéria de gestão de resíduos industriais, segue-se a **Reutilização** e a **Reciclagem**, constituindo **igualmente formas de redução da sua produção** com influência directa na análise do ciclo de vida do produto, no fluxo da matéria-prima e no consumo de recursos.

O Governo considera prioritário reforçar a prevenção da produção de resíduos e fomentar a sua Reutilização e Reciclagem, com vista a prolongar o seu uso na economia antes de os devolver em condições adequadas ao meio natural.

Desta forma, prevê-se a aprovação de programas de prevenção e estabelecem-se metas de Reutilização, Reciclagem e outras formas de Valorização material de resíduos a cumprir até 2020.

Ainda no âmbito da hierarquia de gestão de resíduos e quando as opções de Prevenção, Reutilização e Reciclagem material não são viáveis, deverá optar-se por **outros tipos de valorização**. Por exemplo, entre as actuais opções de destino para o tratamento e valorização dos resíduos industriais perigosos destacam-se as instalações de co-incineração, onde há valorização energética.

Esgotadas todas as soluções referidas da hierarquia de gestão de resíduos sucede-se a Eliminação, definida como, qualquer operação com vista a um destino final adequado de resíduos. Em Portugal, é proibida a realização de operações de tratamento de resíduos não licenciadas e são igualmente proibidos o abandono de resíduos, a incineração de resíduos no mar e a sua injeção no solo, a queima a céu aberto que não seja devidamente controlada, bem como a descarga de resíduos em locais não licenciados para realização de tratamento de resíduos.

A **orientação básica aplicada nas medidas de P+L** para os resíduos é praticar sempre os denominados “3Rs”, de forma cíclica ou periódica, nesta ordem:

- ✓ 1º Reduzir a geração de resíduos (nos processos produtivos e operações auxiliares);
- ✓ 2º Reutilizar os resíduos “**inevitáveis**” (aproveitá-los, sem quaisquer tratamentos);
- ✓ 3º Reciclar os resíduos “**inevitáveis**” (aproveitá-los após quaisquer tratamentos necessários dentro do processo ou mesmo fora do processo produtivo).



Para 2º e 3º passos, procurar esgotar-se primeiro as possibilidades de aproveitamento interno, nas próprias actividades da unidade produtiva; somente depois, procurar alternativas de aproveitamento externo, em instalações de terceiros.

Os resíduos que restarem dos “3Rs”, devem ser segregados, recolhidos, acondicionados e enviados para destino final adequado, de acordo com a legislação ambiental em vigor.

Seguidamente são descritas boas práticas e medidas preventivas da geração de resíduos aplicáveis à Indústria Cerâmica e que contribuirão para uma produção mais limpa neste Sector.

Tal como nos subcapítulos anteriores do presente manual, os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



ELABORAÇÃO DE UM ESTUDO DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS



REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS NO PROCESSO PRODUTIVO



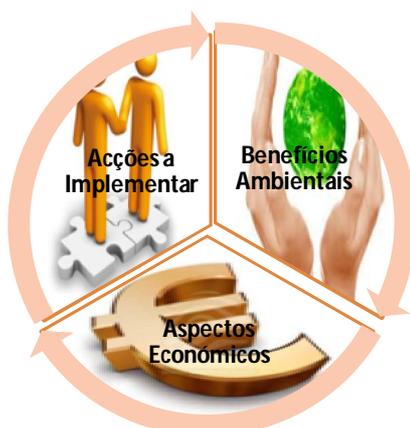
REDUÇÃO DO CONSUMO DE EMBALAGENS



AVALIAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE CRIAR SUBPRODUTOS DERIVADOS DE RESÍDUOS

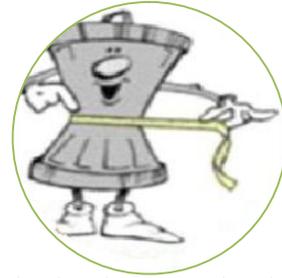


IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS



6.3.1. *Elaboração de um estudo de minimização de resíduos*

A produção de resíduos constitui por si só um dos maiores problemas ambientais do mundo actual, estando na origem de muitos, como a contaminação dos solos e águas, as emissões de gases com efeito de estufa, os incêndios florestais, os riscos para a saúde pública. Por outro lado, a minimização de resíduos constitui uma das maiores esperanças para preservar o meio ambiente.



Podemos definir a minimização de resíduos como a adopção de medidas organizacionais e operacionais que permitam diminuir, dentro do económica e tecnicamente viável, a quantidade e/ou perigosidade dos resíduos gerados que necessitam de um tratamento ou eliminação final.

Para o conseguir parte-se de medidas orientadas à redução de resíduos na origem e, quando esta não seja possível, deve proceder-se à reciclagem dos resíduos, no mesmo processo ou em outro, ou à recuperação de determinados componentes ou recursos que contêm.

A minimização é uma opção prioritária para resolver o problema ambiental que representa a produção de resíduos pelas empresas. Constitui também uma importante oportunidade económica para reduzir os custos produtivos e conseguir melhorias induzidas, aumentando assim a competitividade das empresas.

O esforço a realizar por uma empresa para promover a elaboração e posterior implementação de um estudo de minimização dos resíduos dependerá, basicamente do estado inicial de que parta, pelo que, uma vez superadas as dúvidas iniciais, a minimização pode tornar-se muito rentável, proporcionando benefícios consideráveis não só do ponto de vista ambiental mas também económico e social.



Acções a implementar

- ✓ **Planeamento e Organização Prévia**
- ✓ **Plano de Minimização de Resíduos**

Pormenoriza-se de seguida cada uma destas acções:

✓ **Planeamento e Organização Prévia**

Para pôr em prática as técnicas de redução de produção de resíduos numa empresa em particular, há que estudar previamente todos os aspectos, não só os ambientais mas também necessidades de organização, viabilidade técnica e económica, etc.

O planeamento e organização prévia de um plano de minimização de resíduos requer as seguintes etapas:

- **Obter o apoio de Gestão de Topo da empresa que deve:**
 - Adquirir consciência dos benefícios do plano assim como do custo associado
 - Definir objectivos
 - Formalizar o apoio por escrito

- **Nomear o responsável pela implementação do estudo de minimização de resíduos**

O responsável deve estar dotado de:

- Autoridade necessária para desenvolver o trabalho encomendado.
- Tempo necessário, em função do tamanho da empresa e da magnitude do trabalho a realizar
- Um fácil acesso à direcção, de modo que a possa informar pontualmente sobre os progressos realizados e os possíveis conflitos que podem surgir

Por sua vez a pessoa ideal para ocupar este posto deverá:

- Estar familiarizada com o plano, com os seus processos e com os resíduos que gera
- Conhecer o funcionamento interno da empresa e os seus funcionários
- Conhecer a filosofia da minimização e métodos para a desenvolver
- Ter capacidade de liderança, que implica ser capaz de coordenar, dirigir e motivar a equipa de trabalho

- **Formar a equipa de trabalho:**

- Envolvendo todos os departamentos da empresa
- Coordenando o plano com outros programas existentes

- **Envolver todos os trabalhadores da empresa:**

- Formando-os para que saibam o que é suposto que façam
- Motivando-os para obter a sua colaboração

Este é um dos aspectos primordiais para que um estudo de minimização de resíduos tenha êxito. Os trabalhadores são quem está mais directamente em contacto com os resíduos e o modo como trabalham pode contribuir para a sua produção, pelo que desempenham um papel primordial para identificar problemas e planejar soluções. É necessário que compreendam os motivos do estudo, que se familiarizem com as alterações propostas e se sintam uma parte importante do programa em curso. Neste último aspecto torna-se fundamental o reconhecimento das suas contribuições.

OBJECTIVOS DO PLANO

Os objectivos do plano de minimização de resíduos de cada empresa dependerão de muitos factores, mas devem ser sempre:

- Consistentes com o resto dos objectivos da empresa.
- Flexíveis, para se adaptarem a uma realidade em mudança.
- Quantificáveis, para medir os avanços e efectuar um seguimento.
- Compreensíveis por todos os empregados.
- Alcançáveis com os meios que se vão alocar.

BENEFÍCIOS DO PLANO

Os benefícios que se podem obter com um plano de minimização de resíduos só podem entender-se quando se analisa o impacto da produção dos resíduos na empresa, que deve incluir:

- Redução de custos de gestão de resíduos a curto prazo, como:
 - Recolha e transporte de resíduos.
 - Custo directo do tratamento ou eliminação.
 - Custo de matérias-primas compradas.
 - Seguros de operação e transporte.
- Redução de custos ocultos internos de gestão, como:
 - Mão-de-obra empregue na manipulação.
 - Necessidades de infra-estruturas de armazenamento.
 - Custos de gestão administrativa.
- Redução de custos intangíveis, como:
 - Efeito positivo nas vendas pela melhoria da imagem.
 - Melhoria nas condições de segurança e higiene dos trabalhadores.
 - Aumento da produtividade e qualidade por adopção de tecnologias menos contaminantes.
 - Redução do risco de ocasionar danos no ambiente e portanto, o custo de seguros.
 - Transcendência da responsabilidade sobre os próprios resíduos.

✓ Plano de Minimização de Resíduos

Uma vez considerados os aspectos citados, pode implementar-se um plano de minimização de resíduos na empresa.

A elaboração e implementação podem dividir-se em duas fases:

- Realização de uma auditoria de resíduos orientada para a redução**
- Plano de minimização propriamente dito**

Descreve-se de seguida cada uma das fases.

- Realização de uma auditoria de resíduos orientada para a redução**

Os objectivos desta fase do plano de redução são:

- Identificar os fluxos de resíduos
- Avaliar o custo do seu tratamento

Nestas auditorias orientadas para a redução determina-se a quantidade, tipo, fonte e causa da geração dos resíduos, assim como as deficiências da sua gestão, ajudando a conhecer o estado actual e o custo do seu tratamento.

O alcance de uma auditoria dependerá do critério, da experiência da equipa de auditores, do tempo e recursos, do tamanho da instalação e da complexidade dos processos.

Embora os resultados das auditorias sirvam fundamentalmente de base para o desenvolvimento das fases do plano de redução, podem obter-se benefícios mais amplos.

Benefícios de uma Auditoria Ambiental

- Melhorar o conhecimento dos processos (entradas de matérias-primas e reagentes, saídas de produtos e subprodutos, custos de gestão, etc.)
- Ajustar o balanço de matéria
- Conhecer os resíduos que se geram (tipo, quantidade, fonte e causa de geração, etc.)
- Melhorar a qualidade dos produtos elaborados
- Avaliar a produtividade da empresa
- Aumentar os benefícios económicos
- Aplicar um plano de segurança e higiene
- Informar as administrações públicas, accionistas, compradores, etc

Esta informação é fundamental para determinar opções e custos de reciclagem, recuperação ou tratamento, assim como também para delimitar responsabilidades.

A auditoria será mais útil se for dirigida desde o princípio para a redução, isto é, se proporciona a seguinte informação:

- + Detecta todos os resíduos que se produzem
- + Onde se gera fisicamente cada fluxo
- + Causas do aparecimento do resíduo
- + Composição física e química dos fluxos
- + Determinação das substâncias tóxicas que contêm
- + Propriedades dos fluxos: toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, etc.
- + Consequências dos resíduos gerados: custos, implicações legais, responsabilidade, impacte ambiental, etc.
- + Sistema de tratamento utilizado actualmente
- + Custo da gestão e eliminação
- + Relação dos custos intangíveis e das responsabilidades que podem derivar da gestão incorrecta dos resíduos

□ Plano de minimização propriamente dito

A melhor opção ambiental para a empresa é a redução dos seus resíduos

Chegados a este ponto podemos considerar que a realização de um plano de minimização é muito importante para uma empresa, já que permite ter um conhecimento exacto dos seus resíduos, o que constitui o ponto de partida para que se faça uma gestão de maneira adequada e eficiente.

A regra principal que transcende a redução de resíduos é a aplicação **dos três R: Reutilização, Reciclagem e Recuperação**.

Os resíduos de uma empresa indiciam a ineficiência do sistema produtivo

Etapas de um Plano de Redução

- ★ Identificar os fluxos de resíduos de forma hierarquizada
- ★ Estabelecer opções de redução
- ★ Analisar a viabilidade (técnica, ambiental e económica) de cada opção
- ★ Seleccionar a melhor alternativa
- ★ Implementar a opção seleccionada
- ★ Seguir e controlar a opção implantada
- ★ Continuar com outro fluxo ou opção

★ Identificar os fluxos de resíduos de forma hierarquizada

Uma vez realizada a auditoria de resíduos e identificados os fluxos de resíduos, assim como o seu custo de gestão, pode iniciar-se o plano de redução.

Para isso, será necessário primeiro estabelecer uma hierarquia entre os fluxos de resíduos e identificar os aspectos ambientais para concentrar os esforços nos mais importantes. Os critérios para ordená-los podem ser diversos:

- Cumprimento da lei
- Toxicidade e perigosidade
- Quantidade
- Produção a partir de matérias-primas caras
- Produção em processos que precisam de grandes quantidades de energia
- Custos associados à gestão de resíduos
- Riscos para a segurança dos trabalhadores
- Riscos para o ambiente
- Potencial de redução
- Facilidade de redução
- Importância para a imagem pública da empresa

★ Estabelecer opções de redução

Para cada fluxo identificado como prioritário devem-se ponderar as opções de redução oportunas.

- Reduzir os resíduos na origem
- Reciclar os resíduos produzidos no processo que lhes deu origem
- Reciclar os resíduos produzidos noutros processos, sejam ou não da mesma empresa onde foram gerados
- Recuperar as matérias valiosas que contêm os resíduos ou aproveitar a sua energia (valorização energética)

Resume-se de seguida um conjunto de factores que devem ser analisados para determinar os processos com maior potencial para implementar técnicas de redução:

Processo com maior potencial para a implantação de boas práticas

- Processos *batch*
- Processos pouco automatizados com maior componente humana e, portanto, com uma maior possibilidade de erro
- Processos que utilizam equipamentos comuns com outros processos de produção, que utilizam matérias-primas ou produtos intermédios diferentes, nos quais a frequência requerida de limpeza do equipamento aumenta também a diversidade dos resíduos gerados
- Processos que geram resíduos com um custo unitário de tratamento elevado

★ Analisar a viabilidade (técnica, ambiental e económica) de cada opção

O objecto da análise da viabilidade é realizar um estudo técnico, económico e ambiental de cada opção de redução e verter o resultado num relatório de viabilidade por cada opção encontrada, a fim de orientar a Direcção na tomada de decisões.

As alternativas de redução identificadas devem ser analisadas na perspectiva técnica, económica, ambiental e considerando os efeitos intangíveis.

Indicam-se a seguir alguns aspectos que convém analisar ao estudar a viabilidade técnica das distintas opções:

Aspectos a considerar na análise da viabilidade técnica

- Redução de resíduos esperada
- Impacto das alterações na qualidade do produto
- Flexibilidade do novo processo face à produção
- Espaço necessário para os processos propostos de reciclagem, recuperação e tratamento.
- Tempo necessário para a instalação
- Possível queda da produção durante o período de instalação
- Tecnologia proposta suficientemente conhecida
- Manutenção necessária e preparação do pessoal que vai realizá-la
- Grau de especialização que devem ter os operários. Formação necessária
- Implicações legais ou administrativas das mudanças e adaptação a futuras normas
- Indicadores que ajudem a medir os resultados esperados

O objectivo que se persegue com a avaliação económica consiste em realizar uma análise de rentabilidade de cada uma das opções seleccionadas, comparando o investimento necessário com a poupança e custos extra que se conseguem com a implementação da medida.

Para analisar a rentabilidade são normalmente empregues parâmetros clássicos de rentabilidade de investimentos industriais.

Ao analisar a rentabilidade têm que se considerar períodos de tempo longos, superiores a cinco anos. Nos equipamentos novos, convém tomar como período de tempo a vida útil dos mesmos. Contudo o período de retorno do investimento deve ser o menor possível, preferencialmente inferior ou igual a três anos.

Por último analisar para cada opção de redução os aspectos intangíveis, como:

Considerações na análise de aspectos intangíveis

- Impacto sobre o meio ambiente
- Efeito sobre a saúde dos trabalhadores
- Melhoria das condições laborais
- Acidentes durante o transporte de resíduos
- Escapes e fugas nos depósitos de armazenamento
- Contaminação do solo e das águas
- Impacto nas empresas ou habitações vizinhas
- Influência na imagem da empresa

Não se pode correr o grave erro de pensar que estes aspectos intangíveis, por se apoiarem em critérios qualitativos, são menos importantes que a viabilidade técnica ou a rentabilidade. Estes critérios podem ser determinantes para aceitar novas alternativas de redução que aparentemente não são rentáveis ou são menos que outras.

★ **Seleccionar a melhor alternativa**

Atendendo a que o tempo e recursos da empresa são limitados, devem-se estabelecer prioridades entre as alternativas de redução levantadas, baseando-se nos objectivos de redução e em critérios utilizados no processo de avaliação.

Para estabelecer a importância de cada alternativa é necessário empregar as matrizes de decisão, que são ferramentas de tomada de decisões nas quais se empregam uma série de critérios, permitindo a comparação das distintas alternativas em função dos ditos critérios.

Os critérios considerados podem ser o período de retorno do investimento, economia de custos, disponibilidade de espaço, prazo de implementação, etc. Para algumas alternativas será fácil realizar a avaliação dos critérios considerados, contudo outras poderão requerer uma análise posterior mais detalhada.

★ **Implementar a opção seleccionada**

Após seleccionar as opções mais adequadas para cada fluxo de resíduos deve-se estabelecer a programação para implementar as ditas opções.

Para as medidas que requerem mudanças tecnológicas e a instalação de novos elementos é necessário estabelecer um calendário de implementação do projecto e verificação do cumprimento, que inclua o investimento necessário.

★ **Monitorizar e controlar a opção implementada**

A implementação da solução seleccionada deve ser controlada e supervisionada com a finalidade de garantir um bom desenvolvimento da mesma. No caso de haver falhas, uma correcta supervisão permitirá detecta-las e corrigi-las imediatamente. De outra maneira, corre-se o risco de uma boa alternativa de redução fracassar unicamente por não se ter realizado uma monitorização adequada que ajude a vencer a resistência inicial à mudança que qualquer organização tem. Isto resume-se em:

- Desvios em relação aos resultados esperados
- Implementação de novas medidas de redução
- Revisão e actualização periódica do plano

É importante controlar a evolução dos resultados para:

- Detectar desvios (custos, emissões, etc.) com respeito ao projecto original e tratar de corrigi-los
- Justificar a eficácia dos investimentos realizados e prosseguir com os planos de redução
- Manter a motivação de todos os empregados que podem ver os resultados do seu esforço
- Realizar revisões e actualizações periódicas do plano de redução

Por outro lado, pode ser interessante estabelecer um registo dos progressos realizados para minimizar resíduos, com a ajuda de indicadores ou rácios ambientais. Servem como exemplo de indicadores (kg resíduos/kg produto, kg DBO descargas/kg produto, kg de resíduo/unidade produto, kg de resíduo/m² pintado). Estes registos são especialmente úteis para a redacção de relatórios públicos de gestão ambiental da empresa, como a declaração ambiental do sistema comunitário de ecogestão e auditoria (EMAS). Também devem ser controlados os possíveis impactos a que a opção seleccionada conduza.

★ **Continuar com outro fluxo ou opção**

Os programas de redução não têm uma duração fixa. Praticamente pode dizer-se que nunca acabam, pois quando se tomam medidas com os fluxos importante ou prioritários, há que seguir com os menos importantes.

Por outro lado, os avanços tecnológicos de tratamento, reciclagem e recuperação, assim como os requisitos legais e a opinião pública, podem obrigar a mudar determinadas soluções adoptadas. Isto vai em linha com o princípio de melhoria contínua estabelecida nos Sistemas de Gestão Ambiental (NP EN 14 001 e Regulamento EMAS).



- ✎ **Maior conhecimento da situação ambiental da empresa**
- ✎ **Maior controlo no uso de matérias-primas e recursos**
- ✎ **Optimização dos processos produtivos, aumentando a sua eficiência**
- ✎ **Redução do consumo de recursos naturais**
- ✎ **Redução da quantidade e/ou perigosidade de resíduos produzidos**
- ✎ **Minimização dos desperdícios**
- ✎ **Redução do impacte ambiental**



Aspectos Económicos

- ✎ Custos inerentes à elaboração/implementação de um estudo de minimização dos resíduos
- ✎ Minimização dos custos de gestão de resíduos
- ✎ Redução de custos ocultos internos de gestão de resíduos
- ✎ Redução de custos intangíveis

6.3.2. Redução da produção de resíduos no processo produtivo

A redução da produção de resíduos do processo pode ser alcançada através da execução de um conjunto de medidas que incluem a implementação de técnicas/tecnologias de produção mais eficientes. Seguidamente, descrevem-se algumas acções que poderão ser aplicadas a processos específicos na indústria Cerâmica contribuindo para uma P+L.



Acções a implementar

- ✓ **Armazenar as matérias-primas em compartimentos separados de modo a garantir o controlo de humidade**
- ✓ **Inspeccionar e controlar a recepção de matérias-primas**
- ✓ **Comprar matérias-primas com menores teores de impurezas, pois estas são fonte importante de peças defeituosas**
- ✓ **Automatizar as linhas de vidragem, escolha, alimentação e descarga do forno e embalagem para minimizar a percentagem de quebras**
- ✓ **Modernizar o equipamento**

A aquisição de fornos recentes com controlo informatizado da atmosfera e temperatura, permite diminuir o tempo de cozedura e quantidade de peças defeituosas. A alimentação a gás natural, reduz a poluição e aumenta a eficiência da cozedura.
- ✓ **No subsector dos pavimentos e revestimentos, aumentar a taxa de incorporação de cacos cozidos na preparação da pasta (recircular os resíduos por moagem e posterior reutilização), o que permite uma redução significativa dos cacos cozidos** (Fonte: PNAPRI - Guia Técnico Sectorial da Indústria Cerâmica, INETI)

- ✓ **No fabrico de cerâmica utilitária, decorativa e sanitária e de produtos técnicos refractários, reduzir a quantidade de desperdícios/resíduos sólidos do processo como gesso utilizado para moldagem, através da aplicação de uma ou mais das seguintes medidas:**
 - Substituição de moldes de gesso por moldes de polímero
 - Substituição de moldes de gesso por moldes de metal
 - Utilização de misturadoras de gesso a vácuo
 - Reutilização noutras indústrias dos moldes de gesso usados



- ✦ **Redução da quantidade e/ou perigosidade dos resíduos produzidos**
- ✦ **Minimização dos desperdícios**



- ✦ **Poupanças nos custos do processo, pela poupança de matérias-primas e auxiliares**
- ✦ **Minimização dos custos da gestão de resíduos**

6.3.3.Redução do consumo de embalagens

A Indústria Cerâmica consome uma quantidade considerável de embalagens que se não forem adequadamente geridas, representam grandes quantidades de resíduo. Seguidamente apresentam-se algumas acções que permitirão minimizar o consumo de embalagens reflectindo-se em poupanças nos custos do processo e numa P+L.



- ✓ **Considerar a compra de embalagens reutilizáveis, ou seja adequadas para promover o retorno ao fornecedor e o enchimento com a mesma matéria-prima ou produto químico**

- ✓ Identificar correctamente as embalagens ou contentores reutilizáveis, para evitar o envio para destino final
- ✓ Reduzir a quantidade de material de embalagem sem perder a qualidade do produto ou das embalagens
- ✓ Acondicionar e armazenar as embalagens de forma adequada de modo a evitar resíduos desnecessários
- ✓ Comprar materiais, matérias-primas e produtos químicos a granel, a fim de reduzir a quantidade de embalagem e acondicionamento



- ✎ Redução da quantidade de resíduos produzidos
- ✎ Minimização dos desperdícios



- ✎ Poupanças nos custos com a aquisição de embalagens
- ✎ Redução dos custos de gestão dos resíduos

6.3.4. Avaliação da possibilidade de criar subprodutos derivados de resíduos gerados

Nos processos industriais alguns tipos de resíduos podem retornar ao processo produtivo, ou servir como matéria-prima para outras indústrias, tornando-se uma fonte adicional de rendimento ao empresário. Na primeira situação porque economiza na aquisição de matérias-primas e no segundo caso porque recebe pela venda dos subprodutos e evita os custos de transporte e deposição final dos resíduos.

No entanto para que o resíduo possa ser considerado subproduto, tem de cumprir determinadas condições, a saber:

- Existir a certeza de posterior utilização da substância ou objecto;
- A substância ou objecto poder ser utilizado directamente, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal;



- A produção da substância ou objecto ser parte integrante de um processo produtivo;
- A substância ou objecto cumprir os requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de protecção da saúde e não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à posterior utilização específica.



✓ **Apresentar um pedido à Autoridade Nacional de Resíduos (ANR) no sentido de classificar determinadas substâncias como subprodutos**

Na ausência de critérios comunitários, para efeitos da aplicação do disposto anteriormente, a Autoridade Nacional de Resíduos (ANR) pode, depois de ouvidos os operadores económicos directamente interessados ou as suas estruturas representativas, definir os critérios que garantam o cumprimento das condições a verificar para que uma substância ou objecto seja considerado 'subproduto'. Deste modo, para que determinada substância ou objecto possa ser considerado 'subproduto', os interessados, através das respectivas associações sectoriais ou individualmente, apresentam um pedido junto da ANR, o qual é decidido no prazo de 90 dias. Posteriormente, a ANR publicita no seu sítio na Internet os critérios que determinam o cumprimento das condições a verificar para que a substância ou objecto seja considerado 'subproduto', a lista dos interessados que obtiveram decisão favorável, bem como a informação relevante para a decisão adoptada.

Precedente à definição existente no actual Regime Geral de Gestão de Resíduos, foi emitida pela Comissão Europeia uma comunicação, a COM (2007) 59, "Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativa a resíduos e subprodutos, que auxilia na distinção entre resíduo e subproduto". Assim sendo, além dos conteúdos integrantes do referido comunicado, no seu anexo I são apresentados alguns exemplos destinados a ilustrar casos em que os materiais podem ser classificados como resíduos ou subprodutos, e no anexo II é apresentada uma árvore de decisão para a distinção entre resíduos e subproduto.

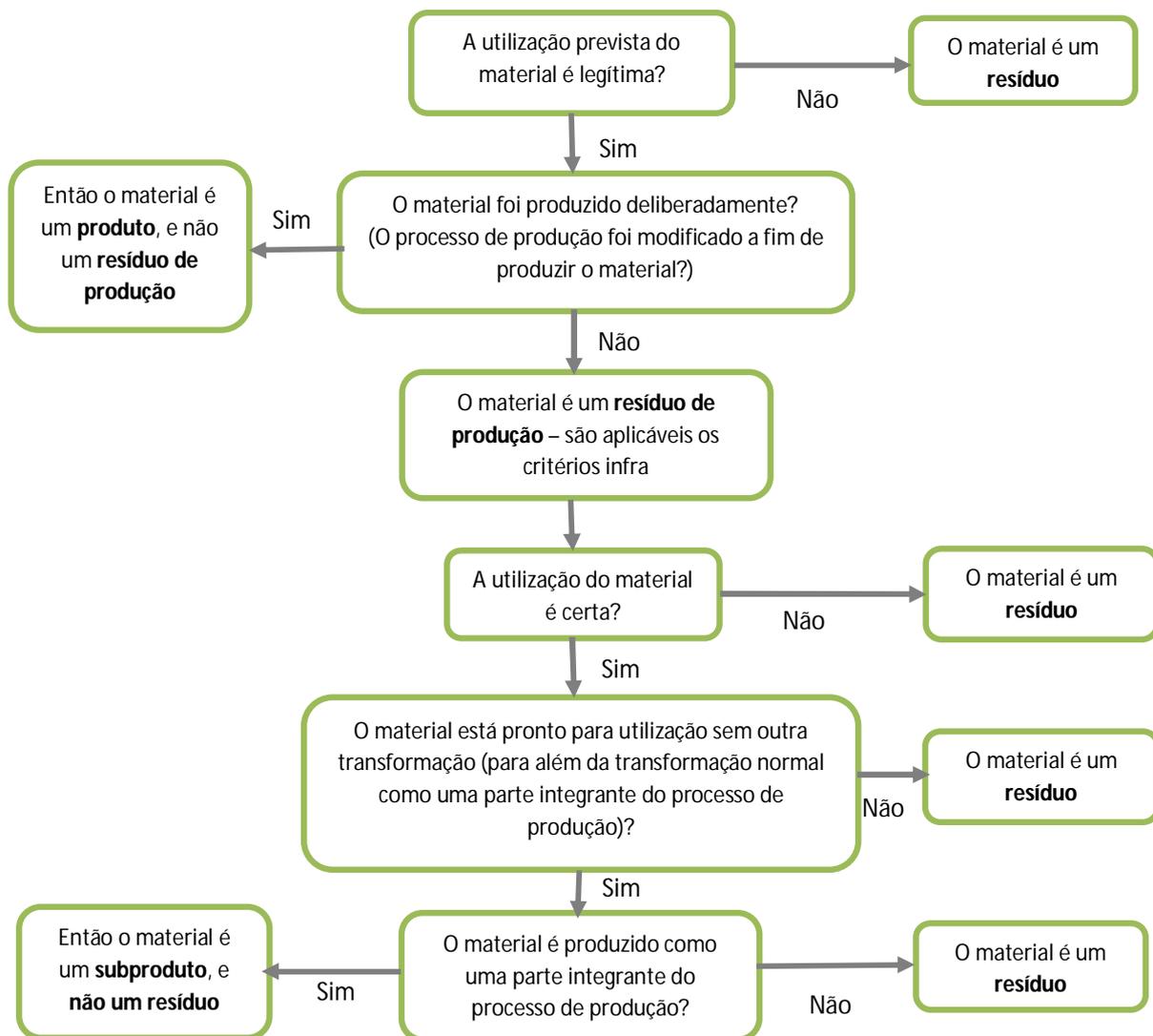


Figura 29 - Árvore de decisão para a distinção entre resíduos e subprodutos

Um subproduto geralmente tem de estar isento de "impurezas" o que torna obrigatório dedicar especial atenção à segregação dos resíduos gerados.



- ❖ Redução do consumo de recursos naturais
- ❖ Redução da produção de resíduos
- ❖ Minimização dos desperdícios



Aspectos Económicos

- ✚ Redução dos custos de exploração por diminuição dos gastos com a aquisição de matérias-primas
- ✚ Diminuição dos custos de gestão dos resíduos

6.3.5. Implementação de um sistema de gestão integrada dos resíduos produzidos

A gestão de um resíduo industrial, dentro da própria empresa que o originou, compreende várias etapas, nomeadamente: o seu manuseamento, segregação, acondicionamento no local da produção, transporte interno até ao parque de resíduos e a recolha por operador licenciado. Esta gestão interna, é sem dúvida da responsabilidade do industrial.



Assim sendo, a legislação vigente torna o industrial co-responsável por qualquer acidente de contaminação que possa ocorrer. Os resíduos industriais devem por isso, ser adequadamente geridos pelo industrial em todas as etapas supracitadas e devem ser contratados operadores licenciados que garantam a execução das operações de recolha em condições de segurança.



Acções a implementar

- ✓ **Conceber, documentar, implementar e manter um procedimento de controlo operacional para a gestão interna de resíduos**

Deverá ser elaborado, documentado, implementado e mantido um ou mais procedimentos de controlo operacional para a gestão interna de resíduos, com regras de manuseamento, segregação, acondicionamento, transporte interno e armazenagem temporária dos resíduos produzidos e ao(s) qual(is) deverão estar aliados: a informação e sensibilização de todos os colaboradores envolvidos, disponibilização dos meios necessários (e.g. recipientes para recolha, equipamento de protecção individual para os trabalhadores envolvidos no manuseamento, entre outros), bem como procedimentos de emergência em caso de acidentes ou derrames.

- ✓ **Segregar/separar os resíduos na unidade industrial**

A segregação/separação dos resíduos na unidade industrial é de extrema importância no processo de gestão e tem como objectivos básicos:

- Evitar a mistura de resíduos incompatíveis

- Contribuir para o aumento da qualidade dos resíduos que possam ser recuperados ou reciclados

- Evitar a contaminação de resíduos por outros resíduos perigosos e consequentemente diminuir o volume de resíduos perigosos a serem tratados

A mistura de resíduos incompatíveis pode gerar reacções indesejáveis ou incontrolláveis com impactes ambientais adversos, e consequências negativas na saúde humana. Destacam-se os mais comuns, nomeadamente: incêndio ou explosão; libertação de fumos; volatilização de substâncias inflamáveis ou tóxicas e consequente libertação de gases inflamáveis ou tóxicos; solubilização de substâncias tóxicas; polimerização violenta. A extensão dos impactes dependerá essencialmente, das características físico-químicas dos resíduos, das quantidades envolvidas, dos locais de armazenamento e dos tipos de reacções geradas. Por outro lado, independentemente do tipo de resíduo, uma segregação ineficiente na origem, irá aumentar substancialmente os custos do seu tratamento, podendo mesmo inviabilizar a sua reutilização ou reciclagem;

✓ **Elaborar instruções sobre o acondicionamento de resíduos nos locais de produção**

Relativamente ao acondicionamento, enquanto permanecerem dentro da empresa, aguardando reaproveitamento interno, venda ou destino final, os resíduos industriais devem ser acomodados de modo a não se degradarem, serem protegidos de intempéries e evitarem contaminações ambientais. A escolha do tipo de recipiente irá depender essencialmente das características do resíduo, das quantidades geradas, do tipo de transporte a ser utilizado, da necessidade ou não de tratamento e da forma de deposição a ser adoptada. Geralmente as indústrias utilizam dois tipos de recipientes:

- Ecopontos de menor dimensão, colocados no interior da nave industrial, junto dos pontos do processo produtivo, nos quais são gerados os resíduos industriais. Para otimizar o sistema de segregação dos resíduos, deverá ser analisada e considerada a colocação de ecopontos (devidamente identificados) em pontos estratégicos nos locais de produção dos resíduos e todos os trabalhadores deverão ser sensibilizados para a correcta separação dos resíduos
- Ecopontos de maior dimensão, instalados no parque de resíduos da empresa

Os recipientes devem ser fabricados com materiais **compatíveis com os resíduos**, devendo também, ser **estanques, resistentes e duráveis**.

✓ **Elaborar instruções sobre o transporte interno de resíduos**

O transporte interno de resíduos refere-se às **operações de trasfega ainda nas instalações industriais, nomeadamente nas deslocações entre os locais de produção de resíduos e o parque de resíduos onde se efectua a armazenagem preliminar** até recolha para destino final. Esta condução **deve ser efectuada em condições ambientalmente adequadas, de modo a evitar a dispersão ou derrame dos resíduos**.

Assim sendo, devem ser observados, os seguintes requisitos:

- Os resíduos sólidos devem ser transportados em embalagens ou a granel, em veículo de caixa fechada ou veículo de caixa aberta, com a carga devidamente coberta
- As embalagens de resíduos líquidos perigosos devem ser transportadas sobre bacias de retenção móveis
- Os resíduos líquidos e pastosos devem ser acondicionados em embalagens estanques, cuja taxa de enchimento não exceda 98%
- Todos os recipientes e embalagens de um carregamento devem ser convenientemente arrumados no veículo e escorados, por forma a evitar deslocações entre si ou contra as paredes do veículo
- Devem empilhar-se os recipientes, em condições de segurança, de modo a evitar fissuras e desgaste resultante de uma distribuição inadequada do peso
- Os veículos utilizados para o transporte devem estar em bom estado de conservação e o motorista deve ser habilitado
- No caso de transporte de resíduos com empilhadores, deve assegurar-se uma condução consciente, evitando a queda das embalagens
- A carga e descarga devem ser feitas com o máximo cuidado para evitar queda de embalagens e consequentes derrames
- Não devem transportar-se em conjunto materiais incompatíveis (ver fichas de segurança dos produtos)
- Devem elevar-se os recipientes relativamente ao pavimento para inibir a corrosão do cimento ou betão
- As embalagens devem estar bem fechadas durante a sua movimentação para evitar possíveis derrames
- Em caso de derrame durante as operações de transporte interno deverá conter-se o derrame com o material absorvente disponível no local, para evitar a contaminação do solo, recolher o material absorvente e colocá-lo em contentor apropriado

✓ **Elaborar instruções sobre a armazenagem preliminar de resíduos**

Um novo conceito introduzido pelo Decreto-Lei nº 73/2011 de 17/6 é a "**Armazenagem Preliminar**", ou seja, a deposição controlada de resíduos, no próprio local de produção, por período não superior a um ano, antes da recolha, em instalações onde os resíduos são produzidos ou descarregados a fim de serem preparados para posterior transporte para outro local para efeitos de tratamento. O armazenamento preliminar requer um acondicionamento adequado dos resíduos, de modo a evitar derrames, misturas, contaminações e acidentes. Os recipientes devem estar devidamente identificados, assim como o espaço de armazenamento, de forma a facilitar o rastreamento e acompanhamento do inventário. Na área de armazenagem preliminar de resíduos, geralmente denominada parque de resíduos, existem alguns requisitos indispensáveis a cumprir.

REQUISITOS ESSENCIAIS NA CONSTRUÇÃO DE UM PARQUE DE RESÍDUOS

- Local de fácil acesso, tendo em conta não só a dimensão dos veículos de recolha dos resíduos, mas também de carros de bombeiros e ambulâncias na eventualidade de ocorrência de situações de emergência.
- Preferencialmente coberto, fechado e ventilado, com chão de betão ou outro material impermeabilizante, se o resíduo a ser armazenado for perigoso.
- Piso e paredes revestidos de material liso, impermeável, lavável e de fácil higienização.
- Aberturas para ventilação de, no mínimo, 1/20 da área do piso.
- Porta com abertura para fora, tela de protecção contra roedores e de largura compatível com os recipientes de recolha externa.
- Pontos de iluminação e de água, tomada eléctrica, pontos de escoamento de águas residuais direccionando-as para sistemas de contenção de derrames ou sistemas de recolha de águas residuais.
- Área para higienização dos recipientes e equipamentos.
- Identificação das zonas de armazenamento, com identificação do tipos de resíduos a armazenar e respectivos códigos LER.
- Equipado com extintores, EPI, kit de contenção de derrames, fichas de segurança e procedimentos de prevenção e actuação em caso de emergência.

Na imagem seguinte apresenta-se um modelo tipo de Parque de Resíduos.

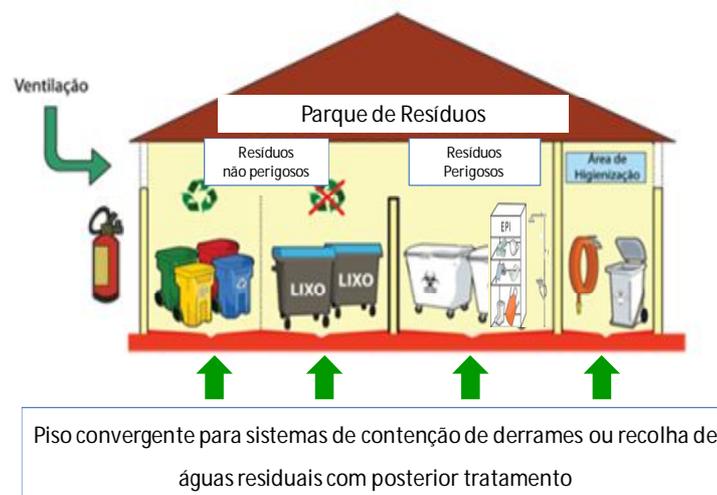


Figura 30- Esquematização de um parque de resíduos

Para o armazenamento preliminar de quantidades consideráveis de resíduos perigosos, principalmente em estado líquido, há indústrias que optam por estruturar um parque de resíduos perigosos em separado do parque de resíduos não perigosos.



Figura 31- Esquemática de um parque exclusivamente para resíduos perigosos

✓ **Informar/ministrar formação aos trabalhadores sobre as boas práticas de gestão de resíduos**

Salvo raras exceções o manuseamento dos resíduos na unidade industrial é realizado por pessoal não qualificado. Como consequência, os trabalhadores em questão expõem-se a riscos desnecessários, por desconhecimento do assunto. Muitas vezes, um resíduo não apresenta um efeito imediato e visível, comparável a uma intoxicação aguda ou a uma queimadura. No entanto, ao longo do tempo o efeito pode traduzir-se em distúrbios irreversíveis no organismo humano e mesmo implicar danos genéticos, que se manifestarão nos descendentes dos operários. Desta forma, **o industrial deverá garantir que todos os trabalhadores:** sejam informados e sensibilizados dos riscos inerentes a cada tipo de resíduo; recebam formação para a execução das tarefas de recolha, acondicionamento, transporte interno e armazenamento temporário; tenham colocados à sua disposição equipamentos de protecção individual e sejam treinados quantos aos procedimentos de emergência em caso de acidentes ou derrames de resíduos.



Benefícios Ambientais

- ✎ Redução do consumo de recursos naturais
- ✎ Redução da quantidade e/ou perigosidade de resíduos produzidos
- ✎ Diminuição do impacte ambiental



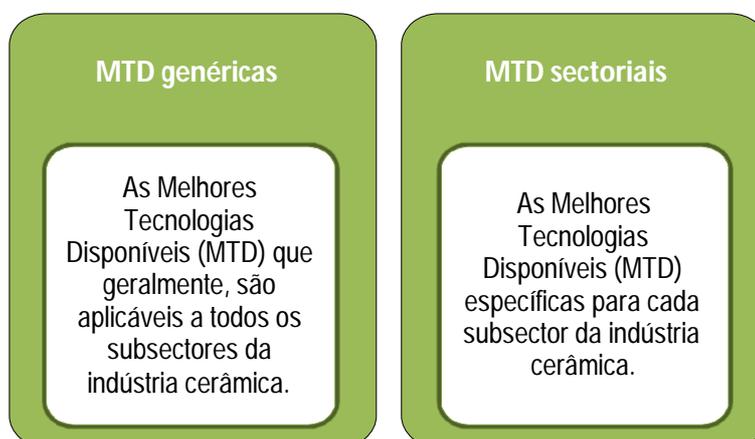
Aspectos Económicos

- ✎ Diminuição dos custos associados à gestão de resíduos
- ✎ Possibilidade de obtenção de proveitos económicos, através da venda de alguns resíduos com valor económico

6.3.6. Melhores Tecnologias Disponíveis associadas à redução de resíduos

No presente subcapítulo, pretende-se identificar de uma forma resumida as Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD), com base no documento de referência sobre as Melhores Tecnologias Disponíveis (BREF- "Best Available Technologies (BAT) REference documents") para a Indústria Cerâmica, elaborado pela Comissão Europeia. Tal como já foi referido, a determinação da viabilidade de implementação numa unidade industrial, envolverá a consideração de factores locais específicos, das características técnicas da instalação em causa, da sua localização geográfica e das condições ambientais locais. Para as instalações existentes devem também ter-se em conta a viabilidade económica e técnica da modernização.

Os parágrafos seguintes resumem as principais conclusões sobre as **MTD para a indústria cerâmica** em relação à **prevenção da produção de resíduos**. Para este aspecto ambiental e de acordo com o BREF para a indústria cerâmica as conclusões sobre as MTD estão subdivididas em dois níveis:



MTD Genéricas

Relativamente ao aspecto ambiental "Resíduos", o BREF para a Indústria Cerâmica refere que é possível reduzir os desperdícios / resíduos sólidos do processo através da aplicação de uma combinação de diferentes técnicas (enumeradas no ponto 5.1.7 do BREF para a indústria cerâmica) e resumidas como se segue:

- Reintrodução de matérias-primas não misturadas;
- Reintrodução dos artigos quebrados no processo de fabricação;
- Utilização dos desperdícios noutras indústrias;
- Controle automático da cozedura;
- Aplicação de parâmetros optimizados.

MTD Sectoriais

Reutilização das lamas

No fabrico de cerâmicas para pavimentos e revestimentos, as lamas provenientes de resíduos do processo de depuração de águas residuais deverão ser reutilizadas numa proporção de entre 0,4% e 1,5% em peso da lama seca adicionado ao corpo de cerâmica através de um sistema de reciclagem de lamas, se apropriado.

Perdas de resíduos sólidos no processo de fabrico

No fabrico de **cerâmica utilitária, decorativa e sanitária e de produtos técnicos refractários**, a quantidade de desperdícios/resíduos sólidos do processo como gesso utilizado para moldagem deverá ser reduzida, através da aplicação de uma ou mais das seguintes medidas:

- Substituição de moldes de gesso por moldes de polímero;
- Substituição de moldes de gesso por moldes de metal;
- Utilização de misturadoras de gesso a vácuo;
- Reutilização noutras indústrias dos moldes de gesso usados.

6.4. Energia

A indústria cerâmica é tipicamente grande consumidora de energia, com a utilização principalmente centrada nas fases de atomização, secagem e cozedura.

Verifica-se em todos os subsectores cerâmicos, que a maior quantidade de energia consumida é a energia térmica. A energia eléctrica é utilizada sobretudo na força motriz das máquinas, ar comprimido, iluminação, ar condicionado e sistemas de despoeiramento.

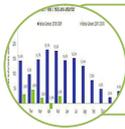
Uma utilização ineficiente dos recursos energéticos, gera impactes ambientais desnecessários e leva a perdas económicas, que têm reflexo nos custos directos de produção. Seguidamente são descritos tópicos de boas práticas e medidas preventivas, que permitem a racionalização e optimização do consumo de energia nos processos de fabrico da Indústria Cerâmica e que contribuirão para uma P+L.



PROMOVER UMA GESTÃO EFICAZ DE ENERGIA NA EMPRESA
Implementação de um sistema de monitorização da energia



PROMOVER UMA GESTÃO EFICAZ DE ENERGIA NA EMPRESA
Implementação de um sistema de gestão de energia segundo a norma ISO 50001



ELABORAR ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



OPTIMIZAR A CONTRATAÇÃO E FACTURAÇÃO ENERGÉTICAS



OPTIMIZAR AS CONDIÇÕES DE AQUISIÇÃO E DE OPERAÇÃO DOS MOTORES ELÉCTRICOS



SELECIONAR OS COMBUSTÍVEIS A UTILIZAR



PROMOVER A ECONOMIA DE ENERGIA NAS INSTALAÇÕES DE AR COMPRIMIDO



PROMOVER A ECONOMIA DE ENERGIA NAS INSTALAÇÕES DE GERAÇÃO DE VAPOR



RACIONALIZAR O CONSUMO DE ENERGIA NOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO



RACIONALIZAR O CONSUMO DE ENERGIA EM PROCESSOS ESPECÍFICOS

Tal como nos subcapítulos anteriores do presente manual, os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



6.4.1. Promover uma gestão eficaz de energia na empresa⁽¹⁷⁾

- Implementação de um sistema de monitorização de energia -

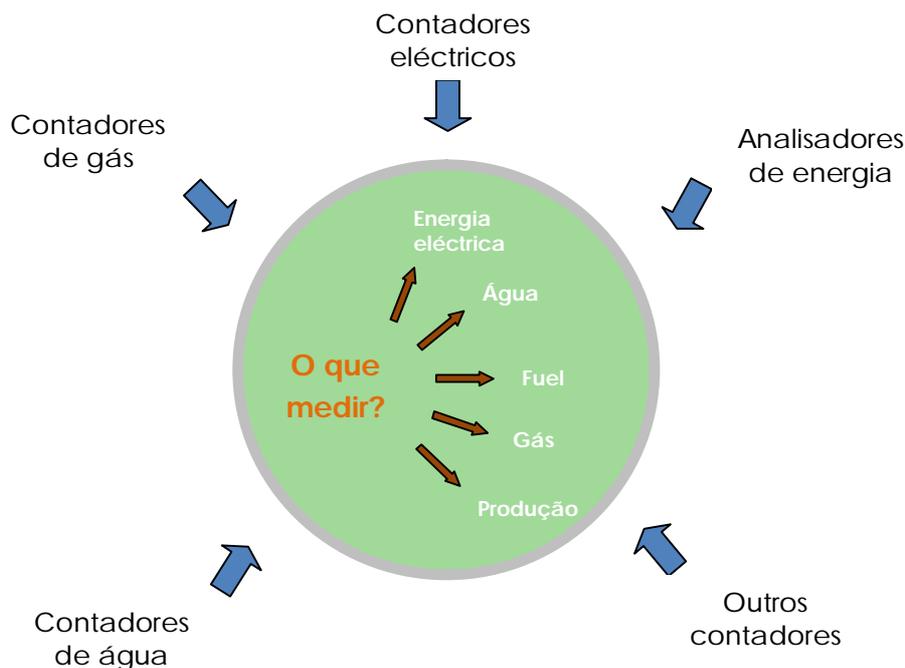
Os sistemas de monitorização de energia são uma ferramenta fundamental para a redução dos consumos. Tal é conseguido através dos princípios do ciclo de gestão: definição de objectivos, implementação de acções, medição, correcção.



Sem medir não é possível melhorar. Assim, a medição é fundamental para:

- Compreender os consumos eléctricos e não eléctricos;
- Conhecer a qualidade da energia e ineficiência dos equipamentos, permitindo acção imediata sobre os problemas da rede;
- Conhecer o perfil de carga aumentando a eficiência energética;
- Promover o uso de electricidade em horários mais vantajosos;
- Comparar a facturação do fornecedor de energia;
- Reduzir os consumos de *stand-by*;
- Contribuir para a redução de impacto no clima, através das emissões de gases com efeito de estufa;
- Baixar a factura energética.
- Obter a certificação ambiental;

Um Sistema de Monitorização de Energia (SME), permite medir através de qualquer contador que esteja integrado no circuito e que emita impulsos eléctricos.



Fonte: Adaptado do Manual de Boas Práticas na utilização racional de energia e energias renováveis (APICER/CTCV)

Figura 32 – Sistema de monitorização de Energia (SME)



Acções a implementar

- ✓ **Efectuar um levantamento energético e proceder à contabilidade energética**
Para isso é necessário obter dados regulares para medir o consumo de cada combustível ou outras fontes de energia na empresa (facturas de energia eléctrica, consumo de combustíveis).
- ✓ **Obter dados referentes à produção e se for o caso, à temperatura (para aquecimento e refrigeração)**
- ✓ **Preparar relatórios claros, simples e relevantes para que os directores possam tomar decisões**
- ✓ **Promover a realização de verificações periódicas a toda a instalação eléctrica da empresa**
- ✓ **Avaliar a eficiência energética como um critério para a aquisição de novos equipamentos**
- ✓ **Realizar auditorias energéticas com vista a analisar o consumo e rever a possibilidade de contratar tarifas mais vantajosas**
- ✓ **Sensibilizar e formar colaboradores dando-lhes a conhecer os benefícios advindos com a melhoria na eficiência no uso de energia**
Deve integrar-se a eficiência de energia na rotina diária de todos os colaboradores da empresa e devem ser relatados os sucessos das medidas de eficiência energética.
- ✓ **Instalar instrumentos de medida e controlo automático, por forma a obter com precisão os dados quantitativos que permitam comparar a situação da empresa antes e após a tomada das diversas medidas**
- ✓ **Promover o êxito alcançado entre os directores, para garantir investimentos futuros**



Benefícios Ambientais

- ✎ **Racionalização do consumo energético**
- ✎ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



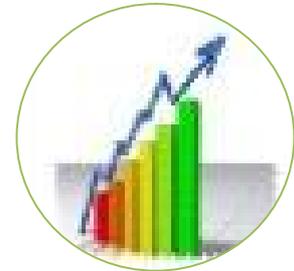
Aspectos Económicos

- ✎ **Investimento em recursos humanos para gestão energética**
- ✎ **Custos com formação**
- ✎ **Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo**

6.4.2. Promover uma gestão eficaz de energia na empresa⁽¹⁷⁾

– Implementação de um sistema de gestão de energia segundo a norma ISO 50001 –

A norma ISO 50001 tem como objectivo global auxiliar as empresas a estabelecerem sistemas e processos necessários para melhorar a sua eficiência energética. As acções a desenvolver devem conduzir à redução nos custos e nas emissões de gases com efeito de estufa, através de uma gestão sistemática da energia.



Esta norma baseia-se na metodologia conhecida como ciclo de *Deming*, ou seja, PLAN – DO – CHECK – ACT (PDCA), que pode ser descrita como se segue:

- **Plan** – Estabelecer os objectivos e processos necessários para obter resultados, de acordo com a política energética da organização.
- **Do** – Implementar os processos.
- **Check** – Monitorizar e medir os processos em relação à política energética, objectivos, metas, obrigações legais e outros requisitos que a organização deve cumprir e relatar os resultados.
- **Act** – Empreender acções para melhorar, continuamente, o desempenho do sistema de gestão de energia.



Figura 33 – Ciclo PDCA

Por outras palavras, um Sistema de Gestão de Energia é um modelo que ajuda a sistematizar na definição das responsabilidades, a planear, a definir indicadores e objectivos, a monitorizar os consumos, a auditar os processos e a implementar medidas no sentido de corrigir situações que possam levar à redução dos consumos energéticos, numa espiral de melhoria contínua.

Este Sistema pode ser integrado com outros Sistemas de Gestão, nomeadamente da Qualidade, Ambiente, Segurança, entre outros.



Acções a implementar

- ✓ **Elaboração, documentação, implementação e manutenção de um Sistema de Gestão de Energia que satisfaça os requisitos da Norma ISO 50001**



Benefícios Ambientais

- ✧ **Racionalização do consumo energético**
- ✧ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**

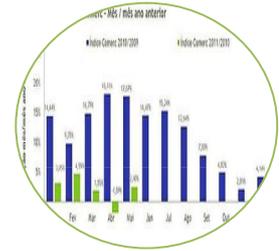


Aspectos Económicos

- ✧ **Investimento em recursos humanos para gestão energética**
- ✧ **Custos com formação**
- ✧ **Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo**

6.4.3. Elaborar índices de eficiência energética⁽¹⁷⁾

A elaboração de índices de eficiência energética e o cálculo de indicadores económicos permitirão ter ferramentas adequadas para poder conhecer com pormenor o estado de cada processo e comparar com processos semelhantes em empresas análogas, e se necessário, adoptar medidas rectificadoras oportunas.



Dentro dos indicadores energéticos é possível fazer-se uma classificação entre indicadores absolutos e relativos:

- **Indicadores absolutos**
 - Potências totais instaladas em cada sistema;
 - Horas de funcionamento por ano.
- **Indicadores relativos**
 - Potências instaladas em cada sistema por unidade de superfície ou de produção;
 - Consumo de cada uma das energias por unidade de superfície ou de produção;
 - Consumo em cada ciclo de operação para cada actividade.

Acções a implementar

- ✓ Monitorizar o consumo de cada combustível
- ✓ Efectuar um levantamento energético e proceder à contabilidade energética
- ✓ Proceder à definição dos índices de eficiência energética

Benefícios Ambientais

- ✎ Racionalização do consumo energético
- ✎ Redução das emissões de gases com efeito de estufa

Aspectos Económicos

- ✎ Investimento em recursos humanos para gestão energética
- ✎ Custos com formação
- ✎ Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo

6.4.4. Optimizar a contratação e facturação energéticas⁽¹⁷⁾

Na escolha do tipo de energias que se vão consumir, é necessário determinar quais são os mais adequados para o processo produtivo, desde o ponto de vista técnico, económico e do meio ambiente.

Escolhidos os tipos de energia que se vão consumir e a quantidade necessária de cada, é preciso estudar a modalidade de contratação para cada uma das energias, analisando a possibilidade de a obter considerando as tarifas reguladas ou no mercado liberalizado.



É conveniente ter um conhecimento suficientemente amplo das características técnicas, económicas, comerciais e legais do mercado energético, sendo recomendável dispor na empresa de um responsável para esta área, ou recorrer a um especialista externo.

Juntamente com esta escolha, deve realizar-se de forma periódica uma análise da facturação respeitante à energia consumida, comprovando se é a mais adequada em função das diferentes modalidades de preços.



Acções a implementar

- ✓ **Analisar a possibilidade de alterar os consumos das horas de ponta para horas de baixo consumo, permitindo escolher assim um tarifário que premeie os consumos neste tipo de horas**
- ✓ **Analisar se a tarifa eléctrica contratada é a mais adequada ao perfil de consumo**

Deve-se seleccionar o maior nível de tensão de entrega possível, já que, neste caso os termos de potência e de energia são menores que em baixa tensão. Em Portugal, dependendo do número de horas de utilização anual das instalações eléctricas pode interessar optar por tarifas com custos unitários de energia e potência mais adequados sendo necessário efectuar uma simulação com base em consumos registados num período alargado (12 meses de preferência), para se verificar qual a alternativa mais económica.

- ✓ **Corrigir o factor de potência e ajustá-lo para o valor mais elevado possível, mantendo-o sempre acima de 0,93**



Benefícios Ambientais

- ✎ **Racionalização do consumo energético**
- ✎ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



Aspectos Económicos

- ✎ Investimento em recursos humanos para gestão energética
- ✎ Custos com formação
- ✎ Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo

6.4.5. *Optimizar as condições de aquisição e de operação dos motores eléctricos*⁽¹⁷⁾

Os motores eléctricos abastecem, na maioria dos casos, a energia que alimenta os equipamentos industriais, pelo que a sua operação e conservação representam um campo importante de oportunidades para a poupança de energia, que se traduz numa redução dos custos de produção e numa maior competitividade.



Estes equipamentos são uma das principais fontes de consumo de energia na Europa, sendo responsáveis por 70% do consumo de electricidade na indústria europeia. O custo da utilização de um motor eléctrico é de 95% em energia, 3% na compra e 2% em manutenção.

A poupança de energia começa com a selecção apropriada dos motores para cada aplicação. Existe sempre um mais adequado às necessidades, tanto no que diz respeito ao seu tipo por condições próprias da operação, condições de arranque ou regulação de velocidade, assim como pelo seu tamanho ou potência. As maiores poupanças de energia eléctrica obtêm-se quando o motor e a sua carga funcionam na sua máxima eficiência.

A eficiência ou rendimento de um motor eléctrico é uma medida da sua capacidade para converter a potência eléctrica em potência mecânica útil.

Nem toda a energia eléctrica que um motor recebe se converte em energia mecânica. No processo de conversão, dão-se perdas, pelo que a eficiência nunca será de 100%. Se as condições de operação de um motor estiverem incorrectas ou se este tiver alguma imperfeição, a magnitude das perdas pode superar em muito as especificações previstas em projecto, com a consequente diminuição da eficiência. De forma geral, um motor converte 85% da sua energia eléctrica em energia mecânica, perdendo 15% no processo de conversão. Na prática, consome-se (e paga-se) inutilmente a energia utilizada para fazer funcionar o motor.

É especialmente interessante introduzir critérios de eficiência no momento de adquirir motores novos ou de substituir algum dos existentes. Utilizar motores com maior eficiência, que actualmente podem apresentar rendimentos na ordem dos 96%, reduz as perdas e os custos de operação. Os motores com maior eficiência, ainda que inicialmente pressuponham um maior investimento, permitem recuperá-lo em pouco tempo, reduzindo de forma global os custos de operação.

Apresentam ainda as seguintes vantagens adicionais:

- Menor consumo com a mesma carga;
- Maior fiabilidade e menores perdas;
- Rendimento consideravelmente maior;
- Amortização em 2,5 anos aproximadamente;

- Operação a menor temperatura;
- Suportam melhor as variações de tensão e as harmónicas;
- Factor de potência sensivelmente maior;
- Operação mais silenciosa.

Na altura de adquirir um motor eléctrico, deve ter-se em conta que, ao comprar um motor de elevada eficiência, o investimento inicial pode tornar-se mais alto, mas os custos podem recuperar-se rapidamente em termos de poupança do consumo energético. Segundo a eficiência energética dos motores eléctricos, estes classificam-se em:

- EFF1: Motores de elevada eficiência.
- EFF2: Motores de eficiência normal.
- EFF3: Motores de eficiência reduzida.



Acções a implementar

- ✓ **Desligar os motores nos momentos de *stand-by*, pois ainda assim consomem grande quantidade de energia**
- ✓ **Evitar o arranque e a operação simultânea de motores, sobretudo os de média e grande capacidade, para diminuir o valor máximo de consumo**
- ✓ **Verificar as horas de funcionamento anuais de cada motor**
- ✓ **Analisar a eficiência do motor e ver se é a adequada para o tempo de operação**

Deve realizar-se um estudo aos motores para identificar aqueles que possam ser substituídos por outros com maior eficiência energética e com um período de retorno de investimento rápido. Nesta análise, dividiremos os motores em três categorias:

- Substituição imediata: motores que funcionem continuamente (mais de 8000 horas por ano)
- Substituição quando se produzam falhas
- Permanência da situação actual

Motores eficientes ou que funcionam menos de 2000 horas por ano podem ser rebobinados ou substituídos por um motor semelhante. Evitar rebobinar um motor mais de duas vezes, porque pode alterar as características de projecto do motor, o que aumentaria as perdas de energia.

- ✓ **No caso de se substituir algum dos motores existentes:**
 - Escolher motores de indução trifásicos em vez de monofásicos. Em motores de potência equivalente, a sua eficiência é de 3 a 5% superior e o seu factor de potência é mais elevado
 - Se a carga permitir, escolher motores de alta velocidade, pois são mais eficazes e no caso de se tratar de motores de corrente alternada, trabalham com um melhor factor de potência

- Na necessidade de motores de grande potência e baixa velocidade, considerar a possibilidade de utilizar motores síncronos em vez de motores de indução
- Em geral, perante a presença de um motor danificado, os motores de menos de 5 kW devem ser substituídos. Nos motores de 30 kW, deve-se levar a cabo a substituição das peças danificadas, e nos motores entre 5 a 30 kW deve estudar-se o caso para decidir se convém substituir o motor completo ou substituir unicamente as peças necessárias.
- ✓ **Verificar o modo de arranque dos motores e se se realiza de forma sequencial e planificada**
- ✓ **Verificar a existência de variações de tensão e o correcto dimensionamento dos cabos**

Uma tensão reduzida nos terminais do motor gera um aumento da corrente, sobreaquecimento e diminuição da eficiência. As normas permitem uma queda de tensão na ordem dos 5%. Para evitar elevadas quedas de tensão, utilizar condutores correctamente dimensionados.
- ✓ **Verificar o desequilíbrio entre fases, evitando que este seja superior aos 5%, recomendando-se que seja inferior a 1%**
- ✓ **Verificar o dimensionamento dos motores e comprovar que operam com factor de carga entre os 65% e os 100%**

O rendimento máximo obtém-se quando operam entre os 75% e os 95% da sua potência nominal e cai bruscamente para cargas reduzidas ou quando trabalha em sobrecarga. Abaixo dos 40% do factor de carga, iniciar a alteração, pois um sobredimensionamento dos motores dá lugar a uma menor eficiência.
- ✓ **Rectificar o factor de potência e, em caso de não estar próximo da unidade, analisar a possibilidade de instalar baterias de compensação de energia reactiva**
- ✓ **Verificar a existência de possíveis perdas por más ligações ou na distribuição da energia**
- ✓ **Rectificar o correcto alinhamento do motor com a carga da alimentação, evitando possíveis perdas por atritos desnecessários**

Mesmo assim, é preciso rectificar a lubrificação dos motores para evitar de igual forma perdas por atritos ou fricções.
- ✓ **Verificar o número de arranques do motor.**

Em caso de serem excessivos, analisar a possibilidade de instalar motores de arranque de tensão reduzida.

Com isto, evitar-se-á um aquecimento excessivo nos condutores e conseguir-se-á diminuir as perdas durante a aceleração.
- ✓ **Instalar equipamentos de controlo de temperatura do óleo de lubrificação dos rolamentos de motores de grande capacidade a fim de minimizar as perdas por fricção e elevar a eficiência**



Figura 34 - Motor

- ✓ **Rectificar a correcta ventilação dos motores, pois um sobreaquecimento traduz-se em maiores perdas, pode danificar os isolamentos e originar uma diminuição da eficiência**

- ✓ **Utilizar arrancadores estrela-triângulo ou de arranque suave como alternativa aos arrancadores convencionais, quando a carga não necessitar de um elevado binário de arranque**

São mais económicos e eficazes em termos energéticos, mas apresentam o inconveniente do binário se reduzir.

- ✓ **Proceder à inspecção periódica do motor**

Deve incluir leituras de corrente, potência, velocidade, resistência de isolamento, etc., com o fim de verificar se se mantêm as condições apropriadas de funcionamento e eficiência, e para realizar acções correctivas, quando seja necessário.



Figura 35 - Motor eléctrico em ambiente corrosivo

- ✓ **Registar se os motores de indução utilizam variadores de velocidade**

A variação de velocidade tem múltiplas vantagens:

- Poupança energética como consequência de um consumo mais adequado à carga exigida
- Diminuição dos picos de potência nos arranques

- ✓ **Verificar se os variadores de velocidade, caso sejam antigos, podem ser substituídos por variadores electrónicos**

Este é o método mais fiável para adequar o consumo de electricidade à carga real que o motor eléctrico terá de suportar, já que as resistências de regulação consomem até 20% da potência que o motor recebe da rede. Ainda assim, permitem melhorar ou reduzir a manutenção e aumentar a vida dos motores e dos mecanismos que os ditos motores accionam. O tempo de recuperação deste investimento costuma ser muito curto, em muitos casos, inferior a um ano.

- ✓ **Efectuar periodicamente a limpeza do motor**

Tendo em vista eliminar sujidade, pó e objectos estranhos que impeçam o seu bom funcionamento deverá proceder-se periodicamente à limpeza do motor. A regularidade com que esta se realiza dependerá das condições em que o motor esteja a trabalhar, mas é recomendável desmontá-lo pelo menos uma vez por ano para realizar a limpeza completa de todos os componentes.



Benefícios Ambientais

- ✎ **Racionalização do consumo energético**
- ✎ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



Aspectos Económicos

- ✎ Investimento em recursos humanos para gestão energética
- ✎ Custos com formação
- ✎ Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo

6.4.6. *Seleccionar os combustíveis a utilizar*

A mudança de instalações consumidoras de combustíveis sólidos ou de fuelóleo pesado para instalações consumidoras de gás natural é uma medida com potencial de economia energética elevada. Para além da vantagem energética, a utilização de gás natural gera melhorias na produtividade e na qualidade do produto.

As economias energéticas, térmicas e eléctricas que se conseguem com esta medida centram-se nas operações de secagem e são função das tecnologias de combustão empregues e das características do combustível.

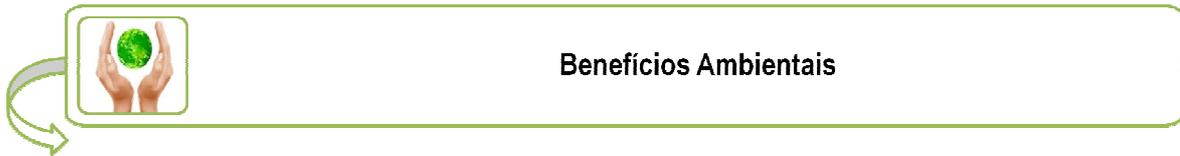


Acções a implementar

- ✓ **Realização de um estudo de viabilidade técnica, económica e ambiental da utilização de combustíveis alternativos, tais como, gás natural, gás natural liquefeito (GNL) e gás de petróleo liquefeito;**

Esse estudo concentrar-se-á nos seguintes factores fundamentais:

- **Disponibilidade:** os combustíveis são um factor de elevada procura na Indústria da Cerâmica e a sua disponibilidade intermitente dificulta por vezes um fornecimento regular
- **Distribuição e infra-estruturas:** em algumas zonas não existem as infra-estruturas necessárias ao transporte e distribuição de alguns dos combustíveis, como por exemplo no caso do gás natural, que é fornecido por canalização
- **Preço:** é um factor determinante no momento da escolha do combustível, não apenas pelo seu preço pontual como também pelas flutuações previstas
- **Eficiência ambiental:** este é um dos factores a ter em conta, uma vez que selecção de combustível encontra-se directamente relacionada com o cumprimento/incumprimento da legislação vigente, podendo originar sanções e prejuízo para o meio ambiente
- **Eficiência energética:** a eficiência energética apresentada por um ou outro combustível, pode também ser uma causa da sua maior ou menor utilização pelas empresas do sector. No entanto, a escassez de informação sobre o assunto e de estudos comparativos, levam a que este seja um factor secundário no momento da selecção do combustível.



Benefícios Ambientais

- ✦ **Optimização do consumo energético**
- ✦ **Redução das emissões de SO₂**
- ✦ **Redução das emissões de CO₂**
- ✦ **Diminuição da produção e emissão de cinzas**



Aspectos Económicos

- ✦ **Investimento nos equipamentos**
- ✦ **Optimização dos custos energéticos pelo aumento do rendimento nas operações**

6.4.7. Promover a economia de energia nas instalações de ar comprimido⁽¹⁷⁾

As instalações de ar comprimido apresentam grandes oportunidades de economia de energia, desde que se empregue um projecto adequado, com a forma correcta de operação e a implantação de um programa de manutenção eficiente.



Acções a implementar

- ✓ **Assegurar que a utilização do ar comprimido é a adequada e que não se usa para tarefas tais como limpeza (é preferível usar escovas)**
- ✓ **Verificar a pressão de produção do ar comprimido**
Deve fixar-se no valor mais baixo possível compatível com os equipamentos consumidores. O consumo de energia é muito mais elevado ao aumentar a pressão de funcionamento.
- ✓ **Verificar que as ferramentas trabalham com a pressão mínima que assegura o seu correcto funcionamento**
Um aumento dos 7 para os 8 bar origina um aumento no consumo eléctrico na ordem dos 9%.

- ✓ **Organizar o consumo de ar comprimido pela sua utilização por hora (horário predeterminado, variável, ou de forma aleatória)**

Pode ser interessante a colocação de válvulas de seccionamento programado, ou por nível de pressão de uso, com o estabelecimento de um regime de distribuição do ar a pressões escalonadas.

- ✓ **Eliminar tubagens de ar comprimido obsoletas ou que já não se usem, pois este tipo de linhas costuma ser uma fonte de fugas**
- ✓ **Assegurar-se de que o ar que se comprimirá vem do exterior ou em geral do local mais frio possível**

Se o ar for captado no exterior verificar se está livre de partículas inadequadas, caso em que seria preciso filtrá-lo. Aspirar o ar frio reduz os custos de operação; se a temperatura da sala do compressor se encontra 10°C acima da temperatura exterior, a potência eléctrica consumida aumenta em 3%.

O pré-arrefecimento do ar de admissão do compressor melhora em grande medida a sua eficiência. Geralmente, realiza-se mediante refrigeração e obtém-se a uma temperatura de -25°C, com o que se pode alcançar poupanças até 30% no consumo de energia.

- ✓ **De forma associada, analisar se há alguma zona concreta na qual a exigência (horário, pressão, etc.) é diferente do resto da fábrica e estudar a possibilidade de instalar um compressor local para essa zona**
- ✓ **Assegurar-se de que os compressores não permanecem ligados em *stand-by*, já que isto supõe um custo elevado, iniciando o seu funcionamento somente quando seja necessário**

É melhor utilizar dois equipamentos de ar comprimido para que se utilizem ambos só em casos de uma exigência total, com o qual se evita o sobredimensionamento de um único equipamento que pode chegar a consumir até 75% da energia necessária para operar a plena carga.

- ✓ **Inspeccionar de forma periódica as tubagens do circuito de ar comprimido**

Com o objectivo de detectar e reparar possíveis fugas, dever-se-á inspeccionar regularmente as tubagens dos circuitos de ar comprimido, assim como os recipientes de armazenamento.

A maior proporção de perdas pode ser atribuída às fugas. Ao reparar estas fugas consegue-se otimizar o funcionamento do compressor e evitar que opere com uma pressão de ar excessiva.

- ✓ **Verificar o estado e a limpeza dos pré e pós filtros de ar, pois são origem de elevadas perdas de carga, ocasionando um aumento do consumo energético e de ar**



Figura 36 – Depósito de ar comprimido



Figura 37 – Circuito de ar comprimido

- ✓ **Assegurar-se de que os depósitos de armazenamento são do tamanho adequado para o tipo de actividade que se desenvolve**
- ✓ **Rever a alternativa de substituir as ferramentas pneumáticas pelos seus equivalentes eléctricos, em função do posto de trabalho**
Esta revisão tem de ser feita do ponto de vista técnico-económico. De forma geral, as ferramentas eléctricas equivalentes são mais seguras, mais fáceis de operar e consomem menos energia.
- ✓ **Estudar a utilização de secadores de ar, depois do compressor e antes da sua distribuição. Um aumento de temperatura de 40°C poupa 10% de ar comprimido**
- ✓ **Estudar a possibilidade de recuperar o calor residual do compressor (o calor do refrigerante — água, ar, óleo) e utilizá-lo para aquecer ar ou água, ou para o aquecimento de naves industriais, mediante um permutador de calor**

A recuperação do calor residual pode chegar até uma poupança anual de energia de cerca de 20%.



Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução no consumo de recursos naturais**
- ✧ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



Aspectos Económicos

- ✧ **Redução nos custos de manutenção**
- ✧ **Redução com os custos associados ao consumo de energia**

6.4.8. Promover a economia de energia nas instalações de geração de vapor⁽¹⁷⁾

As instalações de geração de vapor são sistemas consumidores de elevadas quantidades de energia. Desta forma, torna-se interessante a aplicação de técnicas que permitam reduzir os referidos consumos, contribuindo para uma P+L.



São equipamentos que trabalham sob pressão, projectados para transferir calor proveniente de uma combustão a um fluido que, geralmente, nos processos industriais, é água, já que pelo seu alto calor latente de vaporização faz com que a fase gasosa deste fluido possa armazenar altas quantidades de energia térmica.

As fontes de calor mais usadas em caldeiras provêm de combustíveis fósseis como fuel-óleo, gás natural, etc., ainda que também se usem resistências térmicas e calor residual de outros processos.

De forma geral, na transferência de calor ao fluido, uma caldeira tem perdas à volta dos 20%, mas se não existir uma boa manutenção ou se não se operar de forma correcta, estas perdas podem atingir 30%.

Na altura de determinar a eficiência de uma caldeira é preciso conhecer e controlar alguns parâmetros, como por exemplo:

- Rendimento da combustão, devendo ser o máximo possível, diminuindo as perdas por fumos e por inqueimados;
- Temperatura de fumos, que permite conhecer o grau de sujidade das superfícies de permuta;
- Percentagem de inqueimados, que indica o grau de imperfeição ou o quão incompleta está a combustão. Quando este valor é elevado produzem-se depósitos de nafta que diminuem a eficiência da transmissão de calor e aumentam a temperatura de fumos;
- Excesso de ar, que indica a necessidade de afinação do queimador. Um ligeiro excesso de ar diminui as perdas por fumos e assim maximiza-se o rendimento;
- Conteúdo de monóxido de carbono;
- Conteúdo de dióxido de carbono;
- Conteúdo de oxigénio.

Indicam-se se seguida algumas das acções que são necessárias para otimizar a eficiência das caldeiras.



Acções a implementar

✓ Realizar, por pessoal especializado, uma revisão e limpeza periódicas das caldeiras e dos queimadores

É uma acção importante visto que uma acumulação dos depósitos produzidos pela combustão aumenta as temperaturas de fumos na chaminé, produzindo perdas consideráveis de calor e consequentemente diminuição da eficiência. Ainda assim, devem rever-se os depósitos calcários devido à água, que são igualmente origem de perdas de calor pelo aumento da temperatura dos fumos.



Figura 38 - Caldeira

Esta revisão deve incluir um teste da eficiência de combustão e o ajuste da proporção da mistura ar/combustível do queimador para obter a eficácia óptima, já que uma combustão mal ajustada reduzirá a eficiência da caldeira.

O excesso de ar na combustão diminui a temperatura de combustão, e um excesso de combustível gera combustão incompleta, aumentando com isto as emissões e o consumo de combustível. Ambas as situações diminuem a eficiência da combustão.

✓ **Realizar um controlo de redução de oxigénio**

Deverá ser feito um controlo de redução de oxigénio (O₂) através de sistemas de monitorização do nível de O₂ dos gases de combustão, que comparam os níveis reais de O₂ com os níveis desejados em função da carga da caldeira.

As válvulas secundárias de ar dos queimadores devem ser ajustadas para que a concentração de O₂ esteja nos níveis requeridos. Isto minimiza a quantidade de excesso de ar dentro da caldeira, o que reduz as perdas pelos gases de combustão.



Figura 39 - Queimador

✓ **Analisar a possibilidade de instalar desgaseificadores nos sistemas de vapor industriais**

Os desgaseificadores são equipamentos mecânicos que eliminam os gases dissolvidos na água de alimentação da caldeira. A degasificação protege o sistema de vapor dos efeitos dos gases corrosivos. Com um desgaseificador é possível remover praticamente todo o dióxido de carbono dissolvido na água de alimentação da caldeira.

✓ **Rectificar o correcto modo de operação das caldeiras, não permitindo que se liguem em momentos em que não haja necessidade de aquecimento nas zonas de trabalho**

✓ **Verificar se o tamanho da caldeira é adequado para satisfazer as necessidades actuais da empresa**

Deve-se considerar trocá-la por uma mais pequena se for demasiado grande ou instalar uma suplementar mais pequena para os momentos de menor exigência.



Figura 40 – Caldeira de gás natural

✓ **Se existirem várias caldeiras no sistema, instalar controles de sequência que desliguem as caldeiras que previsivelmente não se usarão, deixando em operação contínua aquelas que são mais pequenas por serem as que apresentam menos perdas**

✓ **Ponderar a possibilidade de dispor de duas caldeiras diferentes**

Segundo o tipo de processo, averiguar se é possível dispor de duas caldeiras diferentes, uma para água quente e outra para o aquecimento, podendo desta forma reduzir consumos, desligando a caldeira do aquecimento no Verão.

✓ **Rectificar o correcto isolamento da caldeira e de todas as tubagens de distribuição, válvulas e acoplamentos, evitando perdas desnecessárias de calor**

✓ **Analisar a antiguidade da caldeira e a eficiência associada à tecnologia**

No caso de ser demasiado antiga analisar a possibilidade de modernizá-la ou substituí-la.

✓ **Estudar a possibilidade de instalar uma caldeira de elevada eficiência energética**

As caldeiras de condensação aumentam a eficiência, recuperando a maior quantidade de calor procedente do vapor de água que se produz durante a combustão. O rendimento destas caldeiras pode chegar a ser de 90 a 95%.

As caldeiras de baixa temperatura permitem a entrada de água a menor temperatura que a requerida em caldeiras convencionais. É conseguida a poupança da energia necessária para aquecer a água da alimentação com recuperação de calor do vapor contido nos gases de exaustão. Isto permite alcançar rendimentos próximos dos 100%.

✓ **Realizar uma revisão à casa das caldeiras**

Deve-se assegurar que as aberturas da ventilação estão desimpedidas, não existindo restrições no abastecimento de ar e que a ventilação é adequada para garantir que não há acumulação de gases.



- ✎ **Redução no consumo de recursos naturais**
- ✎ **Redução no consumo de energia**
- ✎ **Redução das emissões gasosas**
- ✎ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



- ✎ **Redução com os custos associados ao consumo de energia**

6.4.9. Racionalizar o consumo de energia nos sistemas de iluminação⁽¹⁷⁾

Os ambientes não devem ser iluminados além do recomendado nas normas, pois além de não melhorar o desempenho visual, acarretam consumos elevados de energia. A utilização da luz natural é sob todos os aspectos, o ponto de partida para se obter um sistema de iluminação energeticamente eficiente.



O sistema de iluminação pressupõe em muitas empresas uma percentagem elevada do consumo eléctrico. Daí a necessidade de se ajustar as características de iluminação a cada posto de trabalho, convertendo-se num elemento importante de eficiência económica.

Uma das medidas que permite a redução de gastos em iluminação é a consciencialização do pessoal das empresas para a utilização correcta destes sistemas e para desligar as luzes sempre que não forem necessárias. Estes bons hábitos podem promover-se mediante campanhas informativas e colocação de cartazes em locais estratégicos, indicando medidas tais como:

- Evitar iluminar locais vazios;
- Apagar as luzes quando se é a última pessoa a abandonar um local.



Acções a implementar

✓ **Aproveitar ao máximo a luz natural, diminuindo a necessidade da iluminação artificial**

Juntamente com esta medida deve associar-se uma correcta limpeza dos vidros e a eliminação de obstáculos que impeçam a entrada de luz ou façam sombra.



Figura 41 – Aproveitamento de luz natural

✓ **Pintar as paredes e tectos de cores claras, para favorecer a reflexão da luz e diminuir a necessidade de o iluminar (se possível)**

✓ **Verificar o estado de limpeza do sistema de iluminação de forma periódica**

A sujidade das luminárias ou armaduras, difusores e lâmpadas prejudica a emissão de luz. O nível de poupança pode alcançar os 20% do consumo de energia em iluminação.

✓ **Verificar o tipo de lâmpadas e a sua eficiência adoptando como critérios:**

- Instalação de lâmpadas fluorescentes de 26 mm ou inclusivamente de 16 mm de diâmetro, em vez das de 38 mm. Estima-se uma poupança de energia de 10%.
- Substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de baixo consumo que possuem uma maior duração e um menor consumo energético naquelas zonas que requerem um maior nível de iluminação ou onde os períodos de iluminação são longos.

Este tipo de lâmpadas consome 80% menos que as incandescentes.



Figura 42 – Lâmpadas em nave industrial

- Utilização de balastros electrónicos associados às lâmpadas fluorescentes de alta-frequência, em comparação aos sistemas de iluminação fluorescentes com balastros convencionais; uma poupança de consumo energético (até 25%), um arranque mais suave, eliminação do ruído e incandescência e uma maior duração (até 50% mais). Esta medida costuma ser recomendada quando o sistema funciona mais de 1500 h/ano.
 - Nos armazéns, ou de forma geral em zonas de tectos altos, instalar lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, de maior eficiência que as fluorescentes, e que produzem uma maior iluminação com menores custos de manutenção.
- ✓ **Verificar os níveis de iluminação nas diferentes zonas de trabalho, reduzindo a iluminação naquelas zonas que não são realmente críticas e portanto que não necessitam de uma iluminação relevante, como os corredores**
- Como medidas, pode optar-se por suprimir nestas zonas alguns pontos de luz, ou eliminar alguma lâmpada fluorescente. Em algumas situações, caso estas medidas não possam ser aplicadas, pode equacionar-se a substituição do sistema por outro mais adequado.
- ✓ **Assegurar-se que os interruptores são facilmente identificáveis e que indicam correctamente o circuito sobre o qual operam, como também se situam em lugares facilmente acessíveis**
- ✓ **Verificar se a iluminação está correctamente distribuída por zonas de acordo com critérios de funcionamentos afins**
- Podem adoptar-se critérios como horários, ocupação ou recorrência à luz natural. Comprovar que a referida distribuição está controlada através do número correcto de interruptores e/ou dos dispositivos de controlo adequados tais como programadores ou sensores de iluminação.
- ✓ **No caso de não se dispor de dispositivos de controlo do sistema, analisar a possibilidade de os instalar, em função da zona:**
- Zonas de utilização pouco frequente (casas de banho, vestiários): detectores por infravermelhos que permitam a ligação automática da iluminação
 - Zonas de utilização presencial (armazéns e refeitórios): interruptores temporizados
 - Zonas exteriores de utilização obrigatória (parque de estacionamento, iluminação periférica) controlos automáticos programados à hora ou através de células sensíveis ao movimento e fotocélulas
- ✓ **Apagar a iluminação de sectores desactivados ou que estão temporariamente em desuso, mesmo que por poucas horas podendo-se utilizar detectores de presença**
- ✓ **Utilizar telhas translúcidas com a finalidade de aproveitar a luz natural**



Figura 43 – Iluminação com sensores de presença



- ✧ **Redução no consumo energético**
- ✧ **Redução da emissão de gases com efeito de estufa**



- ✧ **Investimento no material de iluminação**
- ✧ **Redução nos custos com consumo de energia**

6.4.10. Racionalizar o consumo de energia em processos específicos

A racionalização da energia no processo produtivo consegue-se através da execução de um conjunto de medidas que incluem a implementação de tecnologias mais eficientes, gestão do tempo nos processos, dos recursos naturais e dos espaços.

Seguidamente, descrevem-se algumas técnicas de conservação de energia aplicadas a processos específicos na indústria cerâmica.



Acções a implementar

✓ Melhorar o desenho dos fornos e secadores

Nesse sentido, deve proceder-se a acções de melhoria do confinamento e isolamento térmico para evitar perdas de calor, utilizar queimadores de alta velocidade para maximizar a eficiência da combustão e melhorar transferência de calor, substituir fornos antigos por novos fornos que permitam a poupança de energia determinada por unidade de produto fabricado, otimizar o processo de secagem no forno (usando zonas de pré-aquecimento, do forno para terminar o processo de secagem).

✓ Melhorar a distribuição de ar no interior dos secadores

Por exemplo, instalando ventiladores do tipo cónico nos secadores tipo túnel para distribuição uniforme do calor, favorecendo um menor consumo energético.

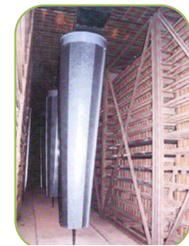


Figura 44 - Ventiladores cónicos

✓ Recuperar o excesso de calor dos fornos, particularmente o excesso de calor na forma de ar quente e utilizá-lo em secadores

Em alguns casos é possível a utilização de permutadores de calor para recuperar o calor proveniente dos gases de combustão; no entanto esta aplicação é limitada em virtude dos problemas de corrosão, originados pelos poluentes presentes nos gases de combustão.

✓ Utilizar sistemas de cogeração

Consistem no aproveitamento local do calor residual originado em determinados processos da indústria cerâmica, que doutra forma seria desperdiçado. Na figura seguinte apresenta-se a vista esquemática de um sistema de aproveitamento do calor residual utilizando um motor de co-geração, aplicável na indústria cerâmica.

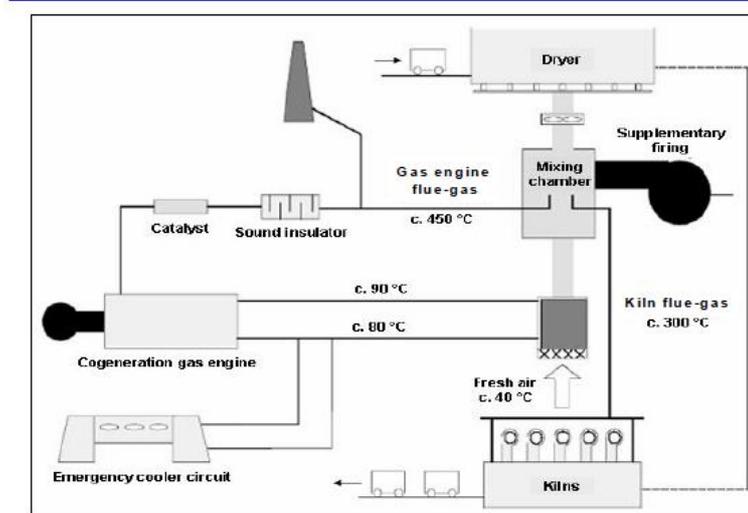


Figura 45 - Vista esquemática de um sistema de aproveitamento do calor residual utilizando um motor de co-geração

- ✓ **Modificar os corpos cerâmicos, pois melhorando o design e composição dos produtos podem reduzir-se os tempos de secagem e cozedura das peças**

Por outro lado, uma redução no teor de água, na etapa da mistura ajuda a poupança de energia na secagem.

- ✓ **Utilizar extrusoras com capacidade de operar a maior pressão dos que as convencionais**

Pode conseguir-se a conformação da peça cerâmica com um menor conteúdo de humidade. Como consequência, a utilização do secador torna-se praticamente desnecessária.

- ✓ **Planificar o processo produtivo, de modo a implicar um maior consumo nos períodos de baixo custo**



- ✧ Redução do consumo de energia
- ✧ Redução das emissões de gases com efeito de estufa



- ✧ Investimento na aquisição ou alteração de equipamentos e/ou processos
- ✧ Redução nos custos com consumo de energia pelo aumento de rendimento ou minimização do consumo energético

6.5. Emissões atmosféricas

A geração de **emissões atmosféricas** constitui o **aspecto ambiental mais significativo da indústria cerâmica**.

Tendo em conta que neste sector industrial se processam materiais de natureza pulverulenta, a **emissão de material particulado** nesta indústria é considerada um dos aspectos do processo com mais impactes, não só ao nível do ambiente mas também da saúde humana.

Este material particulado pode ser emitido através de fontes fixas de emissões gasosas ou através de emissões difusas.

As emissões difusas de materiais pulverulentos constituem um aspecto ambiental com grande impacto, e dependendo das instalações podem representar tanto ou mais perigo do que as emissões confinadas, uma vez que podem afectar tanto o meio ambiente (principalmente a qualidade do ar), como a saúde humana (doenças respiratórias e outro tipo de patologias associados ao contacto com o material particulado).

No caso do fabrico tradicional de produtos cerâmicos (telhas cerâmicas, tijolos, telhas, etc.) a natureza ou a composição das partículas emitidas pelas chaminés são determinadas pelas matérias-primas utilizadas e pela fase do processo de fabrico onde são geradas. Por exemplo, a composição das partículas obtidas nos pontos de aspiração será diferente se forem geradas na fase de preparação de matérias-primas, prensagem e secagem (onde as partículas emitidas são remanescentes de: argila, quartzo, feldspato, etc.), do que se forem obtidas nos pontos de aspiração das linhas de vidragem (onde também se poderá encontrar chumbo, outros elementos metálicos, boro, etc.). Portanto, ao definir características das partículas é muito importante considerar a fase do processo onde são originárias.

Além das emissões de material particulado, deverão ser ainda considerados **outros tipos de emissões gasosas**. Geralmente, nos processos de combustão que têm lugar em fornos e secadores durante os processos de cozedura e secagem respectivamente, são gerados compostos gasosos, derivados principalmente dos compostos presentes nas matérias-primas. Porém, os combustíveis podem também contribuir para a emissão de poluentes gasosos.

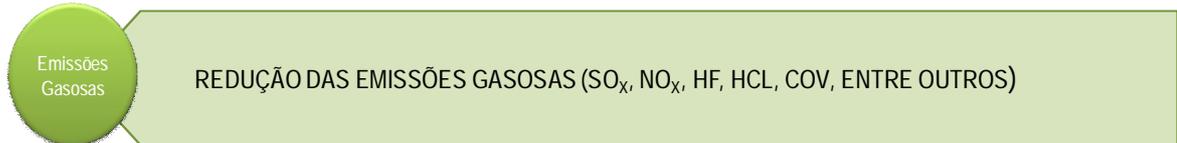
Quando a peça é queimada num processo adicional de decoração, as emissões resultantes desta queima também devem ser consideradas. Além disso, as colas e substâncias aglutinantes das figuras transferidas à peça, ou resinas das tintas de pintura, libertam compostos orgânicos voláteis (COV) durante o processo de queima. Podem também ocorrer emissões adicionais de metais pesados derivados de pigmentos inorgânicos à base de óxidos de metais pesados.

No quadro seguinte resumem-se as emissões atmosféricas relevantes na indústria cerâmica, bem como a sua origem.

Quadro 10 - Emissões atmosféricas relevantes na indústria cerâmica e respectivas origens

Emissões gasosas relevantes	Origem
Emissões de Partículas	<p>A geração de material particulado está essencialmente associada ao manuseamento e processamento da argila em várias etapas do processo, designadamente: no transporte inadequado da argila em camiões sem lonas ou coberturas; à armazenagem da argila fora de silos; à preparação da massa cerâmica (principalmente por via seca) e nos processos de moagem, peneiração, atomização (por via húmida) e na secagem.</p> <p>Outras fontes de material particulado são a preparação do esmalte, nas fases de mistura, moagem e aplicação por <i>spray</i>, e as operações de decoração, queima e acabamento das peças. Nos casos das empresas que utilizam óleo ou lenha nos fornos e/ou secadores há também a formação de partículas no processo de combustão destes combustíveis.</p>
Dióxido de Enxofre (SO₂) (e outros compostos de enxofre):	As concentrações de SO _x (principalmente SO ₂) nos resíduos gasosos estão intimamente relacionadas com o teor de enxofre contido nas matérias-primas (pirites, gesso e outros sulfatos) e nos combustíveis.
Óxidos de Nitrogénio (NO_x) (e compostos nitrogenados):	O NO _x é produzido principalmente pela “fixação” térmica do nitrogénio e do oxigénio a partir da combustão do ar. Esta reação é favorecida pelas altas temperaturas (aproximadamente 1000°C) e pelo excesso de oxigénio;
Monóxido de Carbono (CO) (e dióxido de carbono):	O CO surge a partir da combustão da matéria orgânica presente no material cerâmico, especialmente da dissociação térmica dos carbonatos de cálcio e magnésio durante a queima, além do próprio combustível (principalmente no caso de óleos).
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	A emissão de COV resulta da combustão incompleta e da volatilização da matéria orgânica contida na argila, pois na etapa de mistura da massa cerâmica, a emissão de COV pode ocorrer pela volatilização das pastas, dos plastificantes e lubrificantes. Além das substâncias orgânicas presentes na matéria-prima utilizada na produção da cerâmica, são adicionados produtos auxiliares para a secagem, adesivos, esmaltes e outros, os quais podem produzir compostos orgânicos voláteis durante o processo de queima.
Cloretos	A maioria das argilas contém traços naturais de cloro (geralmente derivados da formação marítima) que pode ser libertado nos processos de queima, principalmente na forma de HCl.
Fluoretos	A argila, matéria-prima na fabricação de produtos cerâmicos, pode conter flúor na sua composição, podendo ocasionar a libertação de fluoretos (principalmente HF), durante o aquecimento - particularmente acima de 800°C. Desta forma, em fornos periodicamente operados, tais como fornos intermitentes (<i>shuttle</i>), são emitidas grandes quantidades de fluoretos entre 800 e 1150°C. Esses fluoretos podem provocar doenças respiratórias, corrosão de materiais, efeitos tóxicos para plantas com reflexos na cadeia alimentar humana e mesmo chuvas ácidas.
Metais (e seus compostos)	O teor de metais pesados na matéria-prima é muito baixo; porém a sua presença pode advir dos pigmentos cerâmicos e esmaltes, que podem ser emitidos para a atmosfera durante a queima.

Nos subcapítulos seguintes, serão exploradas várias medidas de produção + limpa, para:



efectuando-se nos dois casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



6.5.1. Redução das emissões de material particulado

De modo a prevenir as **emissões difusas e confinadas de material particulado** numa instalação fabril da indústria cerâmica, poderão ser adoptadas medidas isoladas ou uma combinação de diferentes medidas.

Assim, a escolha da solução a implementar deve ser estudada caso a caso e pode ser mesmo necessária a instalação em mais do que um equipamento. Seguidamente são apresentadas algumas soluções para uma P+L.



Acções a implementar

- ✓ **Adoptar medidas para a redução das emissões difusas nas operações com os materiais de natureza pulverenta e armazenamento dos mesmos, designadamente:**
 - Isolar os equipamentos ou zonas de operações onde se gera o pó (por exemplo nas operações de mistura e moagem) e dotá-los de sistemas de aspiração e posterior depuração da corrente gasosa
 - Filtrar o ar aspirado e implementar sistemas automáticos de doseamento de matérias-primas
 - Isolar os locais de armazenamento das matérias-primas a granel ou cercá-los com paredes, muros, barreiras (naturais ou artificiais)
 - Armazenar a matéria-prima em silos dotados de sistemas de filtração
 - Isolar os tapetes transportadores que operam com matérias-primas pulverulentas
 - Sempre que tecnicamente possível, utilizar sistemas de transporte pneumáticos isolados que operem em depressão
 - Prevenir as fugas e derrames através da realização de uma boa manutenção das instalações
 - Reduzir a altura das descargas ou realizar estas operações recorrendo a sistemas automáticos
 - Diminuir a velocidade de descarga dos materiais
 - Utilizar sistemas de pulverização de água nas fontes de pó localizadas e nas zonas de armazenamento de matérias-primas
 - Instalar sistemas de limpeza dos rodados dos camiões que transportam matéria-prima



Figura 46 - Armazenamento da matéria-prima em nave fechada



Figura 47 - Tapete transportador de argila isolado



Figura 48 - Sistema de pulverização de água para a matéria-prima

✓ **Adoptar medidas para a redução das emissões confinadas, designadamente através de:**

- Instalação de **filtros de mangas**.

Nestes sistemas a corrente de gases a limpar passa através das mangas filtrantes (que podem ser de diferentes materiais como por exemplo poliéster, teflon, etc.), de forma a que as partículas sejam retidas na superfície das mangas formando também por sua vez uma capa filtrante. Os filtros de mangas têm elevado poder de retenção de partículas, geralmente acima de 96%, alguns 99%, dependendo da dimensão das partículas. Convém salientar que este sistema de depuração é o mais frequentemente utilizado na indústria cerâmica.

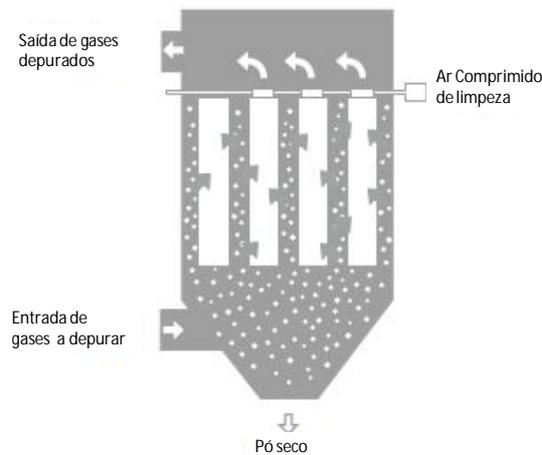


Figura 49 - Vista esquemática de um filtro de mangas

No quadro seguinte sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 11 - Vantagens e inconvenientes do investimento num filtro de mangas

FILTRO DE MANGAS	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Praticamente aplicável a todas as fases do processo de fabricação de produtos cerâmicos (aspirações em geral, secagem, prensagem, vidragem, etc.); • Pode ser usado para processos intermitentes; • Alta flexibilidade devido à possível escolha de materiais filtrantes com base nas características de depuração; • Capacidade de adicionar um reagente para o tratamento de gases poluentes; • Permite a reutilização do material capturado no próprio processo, desde que a composição não tenha sofrido mudanças significativas; • Fácil de limpar; • Baixo custo de investimento nos equipamentos mais simples. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruído associado; • Por vezes, necessitam de refrigeração do fluxo. Temperatura de trabalho aconselhável entre 180-200° C; • Por vezes, os tecidos podem ser caros. Por exemplo, as mangas de Nomex, Teflon têm um custo elevado; • Possibilidade de problemas de obstrução das mangas, pelo que por vezes é necessário aquecer o sistema para evitar condensações, tanto de água como de ácidos que dificultam a manutenção do equipamento; • Alto consumo de energia; • Gera um volume significativo de resíduos sólidos que nem sempre é possível recuperar, como por exemplo no caso da adição de um reagente para a purificação de gases poluentes.

- Instalação de **filtros de lamelas**.

Os principais elementos destes filtros são meios filtrantes rígidos, que se montam como elementos compactos no sistema e que geralmente são constituídos por polietileno sintetizado recoberto de teflon. As principais vantagens do sistema são a alta eficiência de limpeza de partículas na corrente gasosa, a elevada resistência contra o desgaste abrasivo que produzem as partículas e o menor volume dos equipamentos quando comparado com os filtros de mangas.

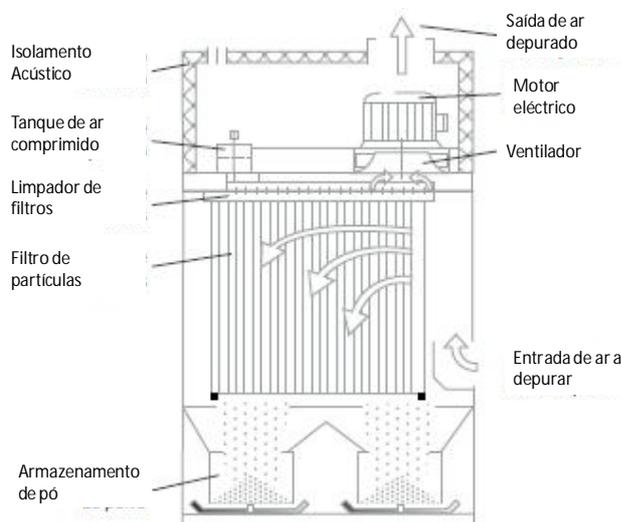


Figura 50 - Vista esquemática de um filtro de lamelas

No quadro seguinte sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 12 - Vantagens e inconvenientes do investimento num filtro de lamelas

FILTRO DE LAMELAS	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência de 99,99%, alcançando concentrações de ar limpo $<1 \text{ mg/Nm}^3$; • Permite a separação de partículas húmidas (por exemplo, aspirações em linhas de esmalte); • Alta resistência à abrasão; • Estrutura forte e impermeável; • Permite a reutilização do material capturado no próprio processo, desde que a composição não tenha sofrido mudanças significativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de ruído durante as operações de limpeza; • Geração de resíduos durante a manutenção; • Consumo de energia adicional durante a limpeza; • Custo superior ao filtro de mangas.

- Instalação de **separadores centrífugos (ciclones)**.

Nestes sistemas as partículas a serem eliminadas são projectadas para as paredes do equipamento mediante a acção centrífuga e são removidas por uma abertura situada na parte inferior do equipamento.

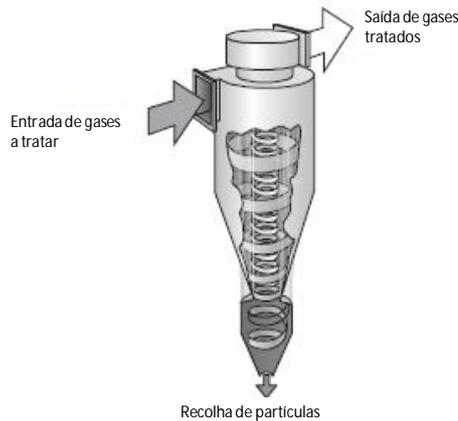


Figura 51 - Vista esquemática de um ciclone

No quadro seguinte, sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 13 - Vantagens e inconvenientes do investimento num ciclone

CICLONE	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Baixos custos de investimento e operacionais (incluindo manutenção); • Queda de pressão moderada; • Baixos requisitos de espaço, quando comparado com outros sistemas; • Pode trabalhar com grandes quantidades de pós; • Pode ser usado com uma ampla gama de gases e pós; • Pode utilizar-se a altas temperaturas e pressões; • Possível reutilização de resíduos reduzindo o consumo de matéria-prima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de ruído elevado; • Baixa eficiência para partículas menores que 10 mm; • Problemas de obstrução quando se trabalha abaixo do ponto de condensação; • Na fabricação de produtos cerâmicos não é considerada melhor tecnologia disponível (MTD), utiliza-se como pré-purificador, requerendo outro sistema de purificação para atingir os valores limite de emissão (VLE); • Para obter um maior rendimento é necessário um aumento significativo do consumo de energia; • Se a concentração de partículas for elevada, são necessárias elevadas velocidades, que podem causar falhas no sistema e abrasões.

- Instalação de **precipitadores electrostáticos**.

Este tipo de equipamentos é especialmente indicado nos casos que requerem tratamento com elevada eficácia de grandes caudais de partículas minúsculas.

O princípio de funcionamento dos precipitadores electrostáticos consiste na aplicação entre dois eléctrodos, de descarga ou de emissão e de recolha, de uma diferença de potencial eléctrico muito elevada (40 -120 kV), suficiente para produzir a ionização do gás que se pretende depurar. As partículas presentes no gás são electricamente carregadas com uma polaridade determinada, sendo atraídas para o eléctrodo colector, sobre o qual se depositam, formando uma camada.

A remoção do material depositado nas placas é feita por via seca, mediante vibrações periódicas das placas de colector.

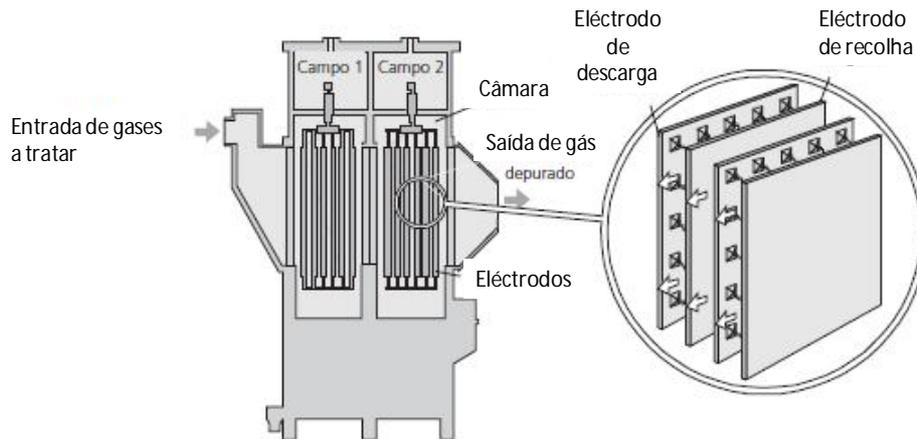


Figura 52 - Vista esquemática de um precipitador electrostático

No quadro seguinte, sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 14 - Vantagens e inconvenientes do investimento num precipitador electrostático

PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Tem ampla gama de temperaturas de operação e pode suportar temperaturas acima de 450°C; • Altamente eficaz na remoção de partículas de pó pode separar qualquer tamanho, incluindo < 0,1 mm.; • Pode suportar elevados caudais. • O pó recolhido geralmente pode ser reutilizado; • Baixa perda de carga em relação aos filtros de mangas; por isso os custos operativos são mais baixos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inadequado para processos intermitentes com grandes variações na concentração de poeiras e na composição; • É fundamental manter as operações de acordo com as condições de projecto, ou a eficácia do equipamento pode baixar consideravelmente; • Elevados custos de investimento; • Para maior velocidade de corrente é necessário aumentar a superfície de tratamento, aumentando assim o custo do investimento; • Equipamentos de grandes dimensões, por isso devem ser considerados os requisitos de espaço; • Adoptar medidas de segurança na utilização de equipamentos de alta tensão, risco de explosão, especialmente em precipitadores electrostáticos de injeção do reagente seco; • Geralmente os precipitadores electrostáticos têm sido utilizados na indústria para depuração de caudais muito mais elevados (> 100.000 Nm³/h) do que apresentam os fornos da cerâmica. Desta forma, a experiência da depuração de gases com precipitadores electrostáticos na indústria cerâmica é muito baixa;

- Instalação de **separadores de partículas por via húmida**.
Nestes sistemas põem-se em contacto a corrente gasosa a depurar e o líquido, geralmente água, que retém as partículas em suspensão. Nas figuras seguintes é possível distinguir dois tipos de separadores de partículas (torres de pulverização e tipo *Venturi*).

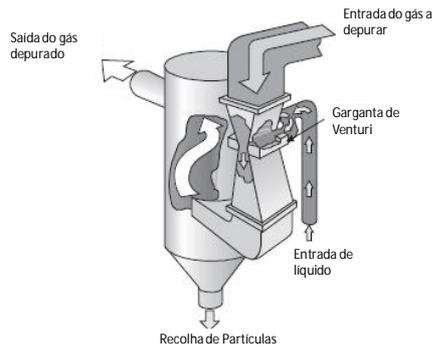


Figura 53 - Vista esquemática de um lavador tipo Venturi

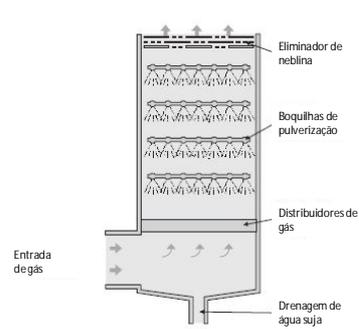


Figura 54 - Vista esquemática de uma torre pulverizadora

Os separadores de partículas por via húmida mais implantados no sector da cerâmica são os do tipo *Venturi*, especialmente em linhas de esmalte.

No quadro seguinte, sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 15 - Vantagens e inconvenientes do investimento em separadores de partículas por via húmida

SEPARADORES DE PARTÍCULAS POR VIA HÚMIDA	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Permite a reutilização da água com ou sem tratamento, dependendo das necessidades da empresa; • <i>Venturi</i>: Bom rendimento para os sólidos e gases de elevada solubilidade, dada a sua flexibilidade, simplicidade e baixa necessidade de manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> • A utilização de água nestes sistemas de depuração pode gerar a necessidade de tratamento adicional aos efluentes líquidos gerados, o que representa um custo adicional para o tratamento e energia; • Não é adequado para temperaturas acima de 80° C, porque aumenta o consumo de água, e vai exigir uma água de refrigeração para evitar o arraste em forma de vapor; • No tipo <i>Venturi</i>: Para aumentar o desempenho da captação de partículas (0,2-1 m) é necessário aumentar a velocidade (50-100 m/s), levando a um consumo de energia significativo.

Na figura seguinte apresenta-se um esquema de um ciclone e um depurador por via húmida instalados em série para o tratamento das emissões de um secador por atomização.

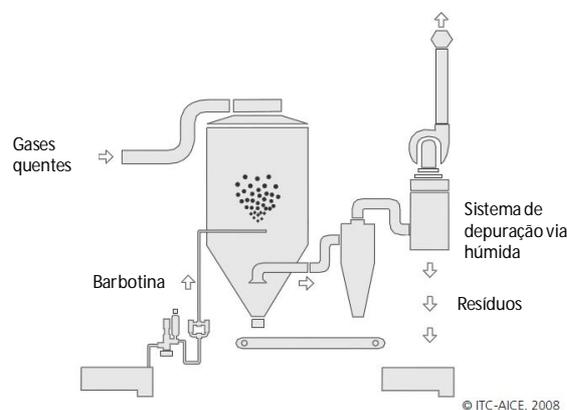


Figura 55 - Sistema de depuração por via húmida instalado no processo de atomização

Qualquer um dos referidos sistemas deverá contar com um sistema de controlo e seguimento que assegure o seu perfeito funcionamento.

O quadro seguinte ilustra as áreas de aplicação para cada uma das tecnologias consideradas.

Quadro 16 - Tabela ilustrativa das áreas de aplicação para cada um das tecnologias aplicadas

Sistema de Depuração de Partículas	Campo de Aplicação nos Processos da Indústria Cerâmica	Caudal (Nm ³ /h)
Separadores de partículas por via húmida + ciclones	Etapa de secagem por atomização	60.000 - 170 000
Filtros de mangas + ciclones	Etapa de secagem por atomização	60.000 - 170 000
Filtro de mangas	Etapas de preparação, transporte pneumático, armazenamento, conformação, etc.	900 - 70 000
Sistemas de aspiração	Etapas de preparação, transporte pneumático, armazenamento, conformação, vidragem, etc.	900 - 1000
Precipitador electrostático	Para depuração de partículas em correntes a altas temperaturas	> 100 000



✎ **Minimização das emissões de material particulado**



✎ **Investimento nos equipamentos necessários e custos com a ocupação de espaço**

O investimento necessário nos filtros de mangas depende principalmente da superfície filtrante, da qualidade das mangas utilizadas, do material utilizado na construção do filtro, da perda de carga do gás dentro do equipamento, do seu caudal e das necessidades de centrifugação. A superfície do filtro depende, por sua vez da velocidade de filtração que é um parâmetro de projecto e, geralmente, é fixado pelo fabricante do filtro de mangas. Quanto maior for a velocidade de filtração, menor é a superfície do filtro e, portanto, menor será o investimento em mangas. No entanto, maior velocidade de filtração, origina menor durabilidade das mangas e por isso embora diminua o investimento inicial em mangas, geralmente aumenta o custo de manutenção.

O investimento necessário em separadores centrífugos depende principalmente do caudal de gás a depurar e do material de construção dos ciclones, pois estes devem ser resistentes ao desgaste gerado pelo atrito das partículas nas paredes do ciclone e à corrosão, resultante da possível condensação de água.

Relativamente aos precipitadores electrostáticos, o investimento é definido principalmente pelo precipitador em si, pelo sistema de alimentação do reagente e pelo sistema de controle do precipitador. O ventilador necessário é praticamente o mesmo que é utilizado no forno, uma vez que a perda de carga do sistema é muito baixa.

O investimento nos separadores de partículas por via húmida depende do rendimento a alcançar na depuração e do caudal de gases a tratar. Ao realizar o investimento é muito importante ter em conta a qualidade do material utilizado na construção do sistema, pois o contacto contínuo com a água pode facilmente danificar o equipamento.

De uma forma geral, estes equipamentos também aumentarão os custos do consumo de energia.

6.5.2. Redução das emissões atmosféricas

Para reduzir a emissão de compostos gasosos (como HF, HCl, SO_x, COV, metais pesados, etc.) provenientes dos gases de saída do processo de combustão propõe-se a adopção de várias medidas de P + L:



Acções a implementar

✓ Implementar medidas primárias, designadamente:

- Redução do uso de precursores de contaminantes nas matérias-primas
- Optimização da curva de queima e redução do vapor de água no forno a gás
- Selecção do combustível

- Redução do uso de precursores de contaminantes nas matérias-primas especificamente, para:

Redução das emissões de SO_x

Adquirir matérias-primas com baixo teor de enxofre poderá reduzir significativamente as emissões de SO_x.

No caso da utilização de matérias-primas ricas em enxofre a junção de aditivos (por exemplo areia) ou argila com baixo teor de enxofre, reduz as emissões de SOX pelo efeito da diluição.

Redução das emissões de NO_x

Adquirir matérias-primas e aditivos com baixo teor de nitrogénio poderá reduzir significativamente as emissões de NO_x.

Redução das emissões de Cloretos

Adquirir matérias-primas e aditivos com baixo teor de cloro poderá reduzir significativamente as emissões de cloretos.

Redução das emissões de Fluoretos

Adquirir matérias-primas e aditivos com baixo teor de flúor poderá reduzir significativamente as emissões de fluoretos.

No caso da utilização de matérias-primas ricas em flúor a junção de aditivos (por exemplo areia) ou argila com baixo teor de flúor, reduz as emissões de fluoretos pelo efeito da diluição.

Redução das emissões de COV

Adquirir matérias-primas, aditivos, reagentes com o mínimo de compostos orgânicos pode reduzir significativamente as emissões de COV. Por exemplo, a geração de emissões de COV, pode ser evitada pela troca de aditivos orgânicos por inorgânicos.

Substituir compostos orgânicos por inorgânicos pode aumentar o consumo de energia no processo de cozedura. A redução da aquisição de materiais contendo precursores de poluentes é uma medida preferencial pois resolve o problema da redução de emissões atmosféricas na fonte. Apesar desta solução poder ser geralmente aplicada a todos os sectores industriais da indústria cerâmica, por vezes existem alguns constrangimentos na sua aplicação prática em alguns processos, que a podem tornar de difícil implementação, em algumas situações específicas.

- **Optimização da curva de queima e redução de vapor de água no forno a gás**

A taxa de aquecimento e a temperatura de queima podem afectar as emissões de SO_x e HF. A emissão destes gases no processo de cozedura de materiais cerâmicos, produz-se em dois períodos; numa primeira etapa a cerca de 450° C e que se deve à oxidação da pirite e à dissociação do sulfato de cálcio. A segunda emissão tem lugar acima dos 750°C até ao final do ciclo de cozedura.

- Reduzindo a taxa de aquecimento para um intervalo de temperatura inferior (até 400°C) promove-se a reabsorção do HF pela formação do CaF₂, resultando num decréscimo das emissões de HF. Um efeito semelhante pode acontecer com as emissões de SO_x
- Aumentando a taxa de aquecimento no intervalo entre 400°C e a temperatura de queima, alcança-se mais rapidamente a temperatura da queima, e como resultado a libertação de emissões decresce
- A temperatura da queima afecta a decomposição de sulfatos. Quanto mais baixa for a temperatura de queima mais baixa será a emissão de SO_x
- Ciclos de queima mais rápidos resultam geralmente na redução de emissões de fluoretos

O controlo dos níveis de oxigénio nos processos de queima maximiza a eficiência da combustão. Regular a quantidade de ar introduzido no forno para a combustão, mantendo um

caudal elevado de ar no interior do forno de modo a assegurar que o calor se espalhe de forma rápida e uniforme e que o combustível se queime na totalidade, diminui e elimina também a presença de CO nas emissões.

A optimização da curva de aquecimento pode ser aplicada em todos os sectores da cerâmica, mas na prática só deve ser alterada se as características técnicas do produto final assim o permitirem e devem ser tomados em conta os custos no consumo de energia.

Relativamente à **redução de vapor de água nos gases de combustão** na atmosfera do forno, foi provado laboratorialmente, que esta redução resulta numa diminuição das emissões de SO_x e HF. A redução do vapor de água nos gases de combustão dos fornos a gás pode ser alcançada substituindo os fornos a gás por fornos eléctricos, no entanto esta medida não é aplicável a todos os subsectores da indústria cerâmica.

- **Na selecção do combustível, deve optar-se por combustíveis com menor teor de enxofre.**

No caso concreto do sector cerâmico há uma clara tendência em substituir a utilização dos combustíveis tradicionais pelo gás natural. Este está considerado num grupo denominado “gases limpos”, já que a presença de enxofre e impurezas na sua composição é mínima.

✓ Implementar medidas secundárias, designadamente:

- **Adsorvedores de leito fixo do tipo cascata e adsorvedores de módulos**
- **Sistemas de depuração de gases por via seca, mediante a adição de um adsorvente e posterior filtração**

Todos estes sistemas consistem em colocar os gases em contacto com uma substância activa que retenha os contaminantes e desta forma emitir um gás com menor concentração de substâncias contaminantes. Os reagentes mais comuns são o $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaHCO_3 , CaCO_3 e o Na_2CO_3 , geralmente utilizados na forma de sólidos secos. O rendimento na eliminação depende muito do contaminante que se quer eliminar, do sistema utilizado, da temperatura, da presença de outros contaminantes, do tipo de reacção, etc.

Como consequência da utilização de reagentes no estado sólido para a depuração de contaminantes gasosos, geram-se partículas na corrente gasosa tratada. Por este motivo, deverá associar-se um sistema para filtração de partículas.

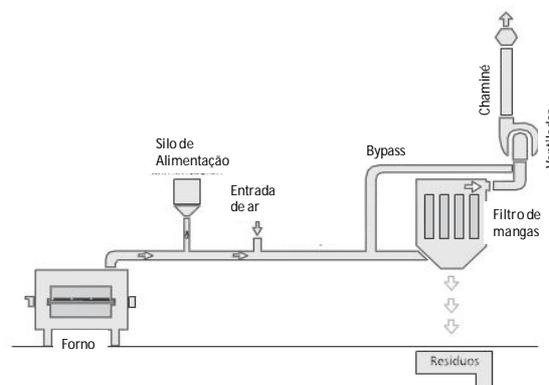


Figura 56 - Esquema de uma instalação de depuração de ácidos num forno de cozedura de cerâmicas com sistema de adição de reagentes e filtros de mangas

- **Adsorvedores de leito fixo tipo cascata (*cascade-type packed bed adsorber*)**

Nestes sistemas, a reacção entre o adsorvente (geralmente CaCO_3) e contaminantes (principalmente HF, SO_x e HCl) presentes no fluxo de gás, ocorre numa câmara, onde os gases que circulam e o adsorvente caem por gravidade. Para aumentar o tempo de reacção e a superfície de contacto, colocam-se compartimentos na referida câmara que retardam o adsorvente, garantindo a circulação e distribuição eficiente do fluxo de gás. O carbonato de cálcio consumido é recolhido no fundo da instalação. Estes adsorventes podem suportar temperaturas de gases acima de 500°C , sendo eficientes para a purificação simultânea de emissões de HF, HCl e SO_x provenientes dos fornos.

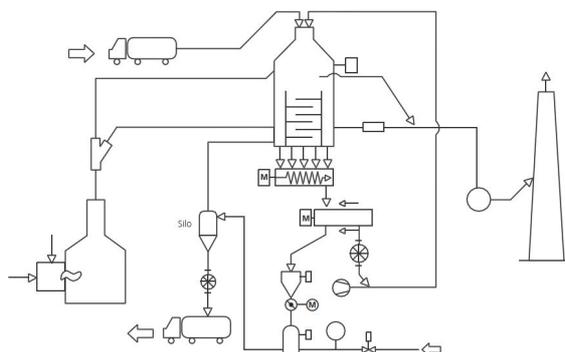


Figura 57 - Vista esquemática de adsorvedores de leito fixo do tipo cascata

No quadro seguinte sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 17- Vantagens e Inconvenientes do investimento num adsorvedor de leito fixo do tipo cascata

ADSORVEDOR DE LEITO FIXO DO TIPO CASCATA	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Permite atingir os valores limites legislados; • Ao usar como adsorvente o carbonato de cálcio sem modificações, podem alcançar-se as seguintes eficiências: 90-99% HF, 80% SO_3, SO_2 de 20% e 50% HCl. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo elevado de adsorventes; • Quantidade significativa de resíduos gerados (devido à alta dosagem de adsorvente); • Efeito colateral, uma vez que os grânulos de carbonato de cálcio ao reagirem com os componentes ácidos produzem CO_2; • Aumento do consumo de energia devido ao uso de adsorvente (ou seja, devido ao aumento da perda de carga); • Possível aumento das emissões de partículas devido ao uso de um componente sólido no processo de depuração; • Possíveis emissões de ruído.

- **Sistemas de depuração de gases por via seca mediante a adição de um absorvente e posterior filtração**

+ Adsorvedores de módulos

Este sistema é usado principalmente para a depuração de HF. Trata-se de uma adsorção seca, em que os módulos utilizados são conhecidos como "favos de mel" de hidróxido de cálcio. Neste processo, o fluxo de gases passa por um reactor de aço dentro do qual os referidos módulos são colocados. O mecanismo de reacção ocorre quando o flúor dos gases entra em contacto com o cálcio presente nos módulos de Ca(OH) reage, formando-se CaF. A vida útil dos módulos depende do tempo de operação, do fluxo de gás e da concentração de flúor no fluxo de gás. Os módulos saturados têm de ser substituídos por novos.

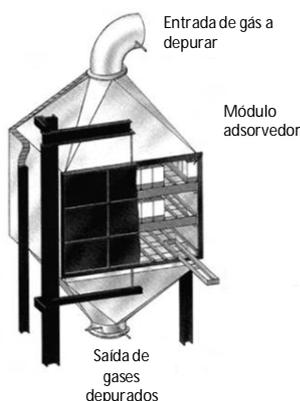


Figura 58 - Vista esquemática de adsorvedores de módulos

No quadro seguinte sintetizam-se as vantagens e inconvenientes deste tipo de sistema de depuração de emissões.

Quadro 18 - Vantagens e inconvenientes do investimento em adsorvedores de módulos

ADSORVEDORES DE MÓDULOS	
Vantagens	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • É um sistema tecnicamente simples e robusto. • Uma vez que não possui partes móveis, a perda de carga é baixa; • É eficiente para os fluxos baixos (<18.000 m³/h) e baixas concentrações de SO₂, SO₃ e HCl; • Adequado para a fabricação de pavimentos cerâmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo relativamente elevado de adsorventes; • Grandes quantidades de resíduos (os módulos saturados devem ser substituídos); • Aumento do consumo de energia devido ao uso do adsorvente.

+ Filtros de mangas ou precipitadores electrostáticos e adição de reagente

Os gases provenientes do sistema de aspiração de fumos do forno são conduzidos a um filtro de mangas. Durante o trajecto, desde a chaminé até ao filtro de mangas, injecta-se um reagente sólido com a finalidade de depurar os contaminantes. Este reagente é pulverizado mediante um sistema pneumático. É importante que se introduza o reagente antes do filtro de mangas, assegurando o tempo de contacto necessário entre a fase gasosa e a fase sólida.

O filtro de mangas é projectado para trabalhar com gases a uma determinada temperatura, normalmente inferior à temperatura dos gases à saída do forno. Neste sistema, os gases podem ser arrefecidos com um permutador de calor ar/ar. Geralmente, utilizam-se os filtros de mangas porque geram um bom contacto entre o adsorvente e os contaminantes gasosos. No entanto, também poderão ser utilizados os precipitadores electrostáticos utilizando o mesmo sistema de injeção do reagente. Este sistema oferece a vantagem de operar com temperaturas elevadas (superiores a 400 ° C), sem necessidade do arrefecimento do fluxo de gás, antes de entrar no sistema de depuração. Além disso, possibilita o aproveitamento energético noutras etapas do processo de produção. O inconveniente deste sistema é que o contacto entre o adsorvente e o poluente não é tão bom, como no caso da utilização de filtros.

Uma variante deste sistema é a depuração mediante uma corrente de limpeza semi-seca que difere da anterior, pois utiliza uma pequena quantidade de água que aumenta a reactividade do adsorvente e a eficiência de limpeza. Além disso, o consumo de adsorvente é menor, diminuindo a geração de resíduos. As desvantagens desta técnica são os problemas de corrosão devido à humidade e à complexidade das operações de controlo. Por outro lado, o investimento inicial é muito elevado.

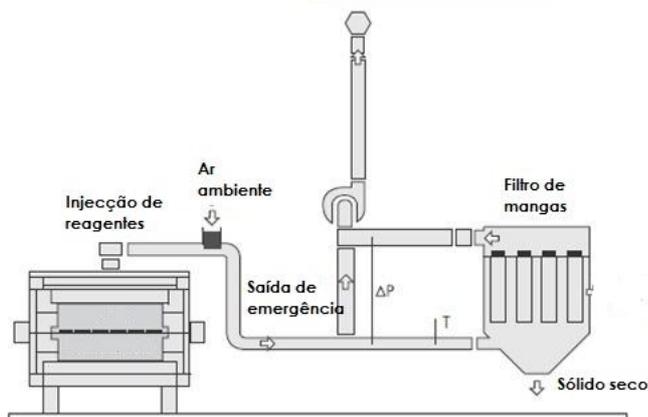


Figura 59 - Vista esquemática de um sistema de depuração de gases com filtros de mangas + adição de reagente

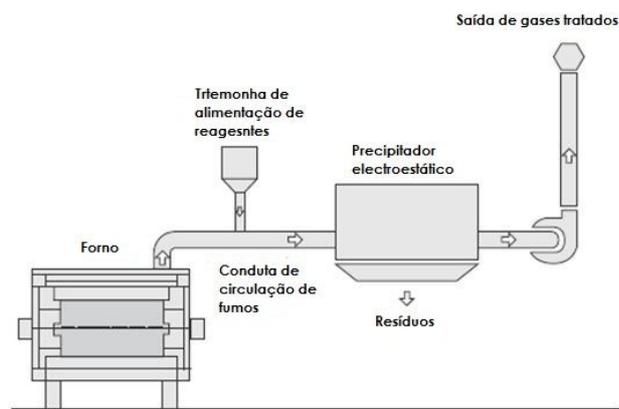


Figura 60 - Vista esquemática de um sistema de depuração de gases com precipitadores electrostáticos + adição de reagente



Benefícios Ambientais

- ✎ Minimização das emissões gasosas (SO_x , NO_x , HF, HCl, CO, COV, entre outros)



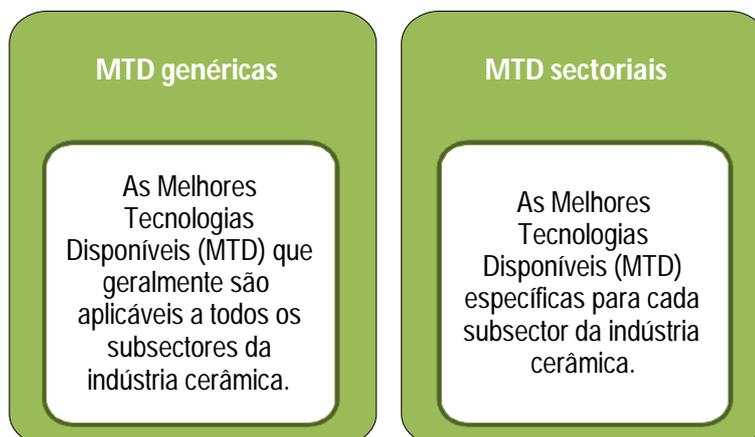
Aspectos Económicos

- ✎ Investimento nos equipamentos necessários e custos com a ocupação de espaço
- ✎ Custos com aumento do consumo de energia

6.5.3. Melhores Tecnologias Disponíveis associadas às emissões atmosféricas

No presente subcapítulo, pretende-se identificar de uma forma resumida as Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD), com base no documento de referência sobre as Melhores Tecnologias Disponíveis (BREF - "*Best Available Technologies (BAT) REFerence documents*") para a Indústria Cerâmica, elaborado pela Comissão Europeia. Os referidos documentos, não impõem valores limite de emissão (VLE), mas sugerem VLE associados à utilização das MTD, bem como uma selecção das referidas tecnologias. A determinação da viabilidade de implementação numa unidade industrial, envolverá a consideração de factores locais específicos, das características técnicas da instalação em causa, da sua localização geográfica e das condições ambientais locais. Para as instalações existentes devem também ter-se em conta a viabilidade económica e técnica da modernização.

Os parágrafos seguintes resumem as principais conclusões sobre as **MTD para a indústria cerâmica** em relação às **emissões atmosféricas**. Para este aspecto ambiental e de acordo com o BREF para a indústria cerâmica as conclusões sobre as MTD estão subdivididas em dois níveis:



MTD genéricas

- **Emissões difusas de pó**

Reduzir as emissões difusas de pó mediante a aplicação das várias técnicas que se enumeram na secção 5.1.3.1 do BREF para a Indústria Cerâmica (exploradas no subcapítulo 6.5.1 do presente manual) e que podem resumir-se como medidas aplicáveis às operações do processo que geram poeiras e medidas aplicáveis às zonas de armazenamento a granel da matéria-prima.

- **Emissões confinadas de pó provenientes das operações de secagem, atomização e cozedura**

Reduzir as emissões confinadas de poeiras de 1 a 10 mg/m³ com a aplicação de filtros de mangas. O intervalo de valores de emissão poderá ser mais amplo em função das condições específicas de funcionamento do equipamento.

- **Emissões confinadas de pó em processos de secagem**

Manter as emissões de pó nos processos de secagem em intervalos de 1 a 20 mg/m³ como valor médio diário, mediante a limpeza do secador, evitando a acumulação de resíduos de pó no seu interior e adoptando procedimentos de manutenção adequados.

- **Emissões de pó nos processos de cozedura em fornos**

Reduzir as emissões de pó provenientes dos efluentes gasosos dos processos de cozedura para valores de 1 a 20 mg/m³, como valor médio diário, através da combinação de várias técnicas. Estas técnicas podem resumir-se na utilização de combustíveis com baixo teor de cinzas e a minimização da formação de pó no momento de carregar o forno.

A limpeza a seco dos gases de combustão por meio de filtros, com um nível de emissão de pó inferior a 20 mg/m³ dos gases de combustão depurados, constitui uma MTD e o uso de adsorventes de leito fixo do tipo cascata, com um nível de emissão de pó inferior a 50 mg/m³ dos gases de combustão depurados, considera-se outra MTD (para os agregados de argila expandida, deverão considerar-se as MTD específicas do subsector).

- **Compostos gasosos**

Medidas técnicas primárias

Redução das emissões de compostos gasosos (HF, HCl, SO_x, COV e metais pesados) provenientes dos processos de combustão em fornos de queima pela aplicação de uma ou mais das técnicas listadas no ponto 5.1.4.1 dos BREF (apresentadas no subcapítulo 6.5.2 do presente manual). Resumidamente, estas técnicas aplicam-se para reduzir a entrada de precursores de poluentes no processo de fabrico e otimizar a curva de aquecimento no forno.

Manter as emissões de NO_x dos gases de combustão dos fornos de cozedura abaixo de 250 mg/m³, como valor médio diário expresso em NO₂ (para fornos com temperaturas <1300°C) ou abaixo de 500 mg/m³, como valor médio diário expresso em NO₂, (para fornos com temperaturas >= 1300°C), utilizando uma combinação de medidas primárias/técnicas listadas nas secções 4.3.1 e 4.3.3 do BREF (para agregados de argila expandida, ver MTD sectoriais).

Manter as emissões de NO_x dos motores de cogeração, abaixo de 500 mg/m³, como valor médio diário expresso em NO₂, através da implementação de medidas de optimização do processo.

Medidas técnicas secundárias em combinação com medidas técnicas primárias

Reduzir as emissões de compostos inorgânicos provenientes dos gases de combustão dos processos de cozedura nos fornos, mediante a aplicação de uma ou mais técnicas enumeradas na secção 5.1.4.2 do BREF da Indústria Cerâmica (explorados no subcapítulo 6.5.3 do presente manual) e que pode resumir-se na implementação de adsorvedores de leito fixo do tipo cascata e sistemas de depuração de gases por via seca.

O quadro seguinte, mostra os valores limites de emissão associados às MTD, para as emissões de compostos inorgânicos provenientes dos gases de combustão dos processos de cozedura nos fornos, mediante uma combinação das medidas técnicas primárias e medidas técnicas secundárias.

Quadro 19 – VLE de compostos inorgânicos associados às MTD

Parâmetro	VLE - MTD ¹⁾
Fluoreto (expresso em HF)	1-10
Cloreto (expresso em HCl)	1-30
SO _x , expresso em SO ₂ (para matéria-prima contendo < 25 % de enxofre)	<500
SO _x , expresso em SO ₂ (para matéria-prima contendo >= 25 % de enxofre)	500-2000

1) Os intervalos dependem do conteúdo do poluente (precursor) nas matérias-primas: no processo de cozimento de produtos cerâmicos contendo matérias-primas com baixa quantidade de poluentes (precursores), devem considerar-se os níveis mais baixos no intervalo do VLE-MTD, no processo de cozimento de produtos cerâmicos contendo matérias-primas com alto teor de poluente (precursor) em matérias-primas, devem ser considerados os níveis mais altos dos VLE-MTD.

MTD sectoriais

• Emissões de partículas

- No fabrico de **cerâmica de pavimentos e revestimentos, cerâmica utilitária e decorativa, cerâmica de louça sanitária e tubos de grés vitrificado**, reduzir as emissões confinadas de pó originadas nos **processos de vidragem por pulverização** de 1 a 10 mg/Nm³ de partículas, como valor médio diário, mediante os tratamentos de depuração por filtro de mangas ou filtros de lâminas.
- No fabrico de **cerâmica de pavimentos e revestimentos, cerâmica utilitária e decorativa e cerâmica técnica**, reduzir as emissões confinadas de pó originadas **nos processos de atomização** a 1 a 30 mg/Nm³ de partículas, como valor médio diário, mediante os tratamentos de depuração por filtro de mangas ou, de 1 a 50 mg/Nm³, mediante a aplicação de um ciclone associado a um separador de partículas por via húmida.
- No fabrico de **agregados de argila expandida** reduzir as emissões confinadas de pó provenientes dos gases quentes a 5 a 50 mg/m³, como valor médio diário, mediante a utilização de precipitadores electrostáticos ou separadores de partículas por via húmida.

- **Emissões gasosas**

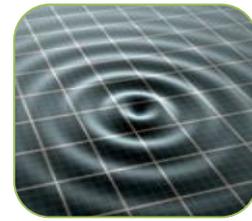
- No fabrico de **cerâmica de pavimentos e revestimentos, cerâmica utilitária e decorativa, cerâmica técnica**, reduzir as emissões de gases poluentes inorgânicos dos gases de combustão nos processos de cozedura em fornos usando adsorvedores modulares, especialmente nos casos em que o caudal de efluentes gasosos não é muito elevado (inferior a 18 000 m³/h) e quando as concentrações de partículas e de compostos inorgânicos (HF, SO₂, SO₃ e HCl) são baixas.
- No fabrico de **cerâmica de pavimentos e revestimentos**, reduzir as emissões de HF nos gases de combustão provenientes dos processos de queima em fornos até 1-5 mg/m³, como valor médio diário, por exemplo, recorrendo a um lavador de gases a seco, com um filtro de mangas.

- **Compostos Orgânicos Voláteis (COV)**

- No fabrico de **cerâmica de azulejos, telhas, cerâmicas técnicas e aglomerados inorgânicos**, reduzir as emissões de compostos orgânicos voláteis dos efluentes gasosos nos processos de cozedura a 5-20 mg/m³, expresso em C médio diário total, através de um sistema de pós-combustão térmica em termoreactores.
- No fabrico de produtos refractários tratados com compostos orgânicos, reduzir as emissões de compostos orgânicos voláteis, recorrendo a filtros de carvão activado (para pequenos volumes de gás). Para grandes volumes de gás, a MTD é reduzir as emissões de compostos orgânicos voláteis a 5-20 mg/m³, pela aplicação de um sistema de pós-combustão térmica em termoreactores.

6.6. Ruído e vibrações

As principais fontes de ruído e vibração na indústria cerâmica são as instalações de moagem, mistura e prensagem. Além disso, as actividades de transporte de camiões, tanto de matérias-primas, como de produtos ou resíduos são, muitas vezes, motivo de incómodo à comunidade circunvizinha à empresa.



Acções a implementar

- ✓ **Seleccionar equipamentos com baixo nível de geração de ruído**
Durante o processo de aquisição de qualquer máquina potencialmente emissora de ruídos, deve sempre escolher-se a mais silenciosa. As máquinas velhas ou em mau estado devem ser substituídas progressivamente por outros equipamentos com menor emissão de ruído.
- ✓ **Isolar as fontes emissoras de ruído**
O uso de barreiras ou isolamentos ajustados ao tipo de máquinas permite isolar a fonte de ruído, reduzindo em algumas ocasiões até 50% do nível de poluição acústica.
- ✓ **Insonorizar os equipamentos geradores de ruído**
Os equipamentos geradores de ruído devem ser insonorizados através de cabines de isolamento acústico, barreiras acústicas, silenciadores de absorção, etc.
- ✓ **Instalar superfícies amortecedoras**
A instalação de superfícies amortecedoras ou amortecedores nos suportes de equipamentos, em uniões entre elementos diferentes e nas mesas de trabalho visa a redução dos impactos mecânicos e das vibrações. Estas superfícies devem impedir a transmissão de ruído através dos elementos construtivos.
- ✓ **Evitar turbulências nas saídas de gases das chaminés**
- ✓ **Utilizar veículos eléctricos para o transporte de matérias-primas no interior da empresa**
- ✓ **Proceder ao acondicionamento acústico das empresas**
Permite reduzir a transmissão de ruído para o exterior. Este sistema baseia-se no uso de materiais isolantes na construção e acondicionamento de paredes e tectos.
Este isolamento deverá ser complementado com janelas de vidro duplo, com câmara de ar intermédia e com o perfeito ajuste de portas e selagem de juntas, orifícios, etc.
- ✓ **Instalar pavimento poroso no interior e exterior da empresa**
É uma forma de reduzir o ruído produzido pelos pneus dos veículos (carrinho de mão, camiões, etc.).

- ✓ **Planear a realização de trabalhos que impliquem ruído em período diurno e em momentos do dia em que o número de trabalhadores expostos ao ruído seja o mínimo possível**
- ✓ **Efectuar manutenção preventiva de equipamentos geradores de ruídos**
- ✓ **Elaborar planos de controlo de ruído que incluam a elaboração de mapas de ruído dentro e no perímetro da empresa**
- ✓ **Ministrar formação/sensibilização aos trabalhadores sobre ruído e vibrações**
Os trabalhadores devem ter conhecimento dos procedimentos de actuação para minimização do ruído e vibrações produzidos. Deverá ser dispensada uma atenção especial aos trabalhadores recém contratados.



- ✎ **Redução da emissão de ruído**



- ✎ **Investimento na compra de isoladores acústicos, na manutenção dos equipamentos, etc.**
- ✎ **Poupança de eventuais coimas por excesso de ruído ambiental**

6.6.1. Melhores Tecnologias Disponíveis associadas ao ruído

No presente subcapítulo, pretende-se identificar de uma forma sintética as Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD), com base no documento de referência sobre as Melhores Tecnologias Disponíveis (BREF- "*Best Available Technologies (BAT) REFerence documents*") para a Indústria Cerâmica, elaborado pela Comissão Europeia.

Relativamente ao aspecto ambiental "Ruído ", o BREF para a indústria cerâmica refere que deve reduzir-se o ruído através da aplicação de uma combinação de diferentes técnicas enumeradas no ponto 5.1.8 do BREF e resumidas como se segue:

- Isolar as unidades;
- Utilizar silenciadores e ventiladores de baixa rotação;
- Colocar janelas e acessos a unidades ruidosas o mais distante possível da população vizinha;
- Isolar acusticamente as janelas e paredes;
- Fechar janelas e portas/portões de acesso;
- Realizar as actividades ruidosas no exterior apenas em período diurno;
- Realizar a manutenção adequada da instalação.

7. SÍNTESE DE MEDIDAS DE P+L ASSOCIADAS ÀS VÁRIAS ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICO NA INDÚSTRIA CERÂMICA

A seguir são apresentadas as principais acções e medidas de P+L, específicas para cada etapa de processo ou de carácter geral, sendo que algumas medidas aplicam-se à fabricação da cerâmica branca e algumas à fabricação da cerâmica de revestimento e outras aos dois segmentos.

● **Extracção de argila**

- ✓ Elaboração de registo em mapa da extensão da extracção de argila para assegurar a minimização da erosão e degradação do solo;
- ✓ Realização de estudos de caracterização da geologia regional e planeamento da extracção da argila das lavras, com o objectivo de evitar a degradação de nascentes e recursos hídricos, bem como áreas de protecção permanente e de protecção ambiental;
- ✓ Melhoria nos sistemas de destorroamento de argila e contenção de seu arraste hídrico e eólico;
- ✓ Melhoria nas condições de armazenamento de argila seca, definição de sistema para a sua alimentação e utilização de stock a fim de evitar perdas de matéria-prima;
- ✓ Melhoria do sistema de cobertura da argila transportada em camiões durante o transporte para evitar perdas de matéria-prima e poluição atmosférica por material particulado;
- ✓ Remoção da terra acumulada sobre os locais de extracção, juntamente com a vegetação e reservá-la para um futuro trabalho de recomposição do terreno, após a extracção do minério.

● **Armazenamento da argila a céu aberto**

- ✓ Instalação de equipamentos para secagem de argila;
- ✓ Implantação de uma barreira vegetal para a contenção de dispersão de material particulado.

● **Armazenamento das matérias-primas e transporte para processamento**

- ✓ Instalação de sistemas de exaustão para evitar emissão de material particulado para a atmosfera;
- ✓ Sistema de contenção e drenagem nos pisos;
- ✓ Instalação de silos ou boxes para armazenamento das matérias-primas;
- ✓ Instalação de aspiradores de poeiras ao longo dos tapetes de transporte para evitar emissão de material particulado para a atmosfera;
- ✓ Humidificação das áreas de acesso e trânsito de empilhadores para evitar a emissão de material particulado para a atmosfera.

● **Preparação da massa**

- ✓ Implementação de sistemas de aspiração de poeiras nas áreas de preparação e moagem de argila para evitar emissão de material particulado para a atmosfera, bem como retorno do material recolhido para o processo;
- ✓ Isolamento/encapsulamento da área de moagem, para evitar dispersão de pós e emissão de ruído;

- ✓ Implementação de operação contínua para o processo de moagem em via húmida;
- ✓ Utilização de esferas de alumina ou rearranjo na configuração interna das bolas, para permitir a redução do tempo de moagem e a economia de energia;
- ✓ Adequação da relação carga/corpos moedores no moinho para optimização do processo, redução do tempo de moagem e economia de energia;
- ✓ Descarga dos moinhos, utilizando como critério a análise do grau e não do tempo de moagem;
- ✓ Implementação de sistemas de variadores de frequência, que permitam o ajuste da velocidade de rotação do motor, em função da curva de moagem, para reduzir o consumo de energia.

● **Atomização**

- ✓ Isolamento térmico das condutas e corpo do atomizador para redução do consumo de energia;
- ✓ Controle da pressão e temperatura no corpo do atomizador;
- ✓ Controle da pulverização da barbotina, pelo controle da pressão e manutenção dos bicos do atomizador;
- ✓ Instalação de ciclones interligados ao atomizador para captação de material particulado e recuperação deste para o processo.

● **Prensagem e fundição**

- ✓ Uso de prensas de alta eficiência para menor consumo de energia;
- ✓ Controle da granulometria, da pressão e da compactação durante a prensagem para reduzir perdas no processo;
- ✓ Colocação ou redimensionamento de um sistema de ventilação local exaustor e de captação de pó no local de saída das peças na prensa para evitar dispersão de material particulado;
- ✓ Instalação de sistema para recolha de desperdícios das prensas para evitar perdas e reincorporá-los no processo produtivo;
- ✓ Redução do uso de vapor pelo aproveitamento de fontes secundárias nas salas de fundição;
- ✓ Controle adequado da agitação, assim como da viscosidade, densidade e de outras propriedades da barbotina utilizada na fundição de peças por colagem para evitar perdas de material;
- ✓ Substituição do processo de fundição por molde de gesso por fundição sob pressão em moldes de resina porosa para evitar geração de resíduos de moldes de gesso.

● **Secagem**

- ✓ Controle da circulação do ar de secagem para optimização do processo e economia de energia/combustível;
- ✓ No caso de secagem fora de fornos de secagem, projectar adequadamente o espaço físico, a posição das peças e a localização de condutas de saída de ar quente e dos ventiladores para promover secagem uniforme e rápida das peças.

● **Esmaltagem**

- ✓ Implantação de sistemas de protecção e captação de fragmentos de peças nas linhas de esmaltagem para obstruir a sua passagem;

- ✓ Implementação de um programa de redução/substituição do uso de substâncias tóxicas na formulação dos esmaltes, para redução das emissões de poluentes tóxicos durante o processo de queima;
- ✓ Otimização do sistema de decoração de peças, considerando o tipo de produto e a sequência de cores utilizadas, de modo a reduzir o número de lavagens dos equipamentos;
- ✓ Uso de sistemas de aspiração para cabines de esmalte a disco, para recolha e reutilização do esmalte;
- ✓ Uso de aplicador de esmaltes do tipo cascata, através do qual uma cortina rectilínea de esmalte é injectada com ou sem pressão, reduzindo o consumo de esmalte utilizado;
- ✓ Uso de aplicadores apropriados para transferência de fluidos para a superfície da peça, que permite uma aplicação mais rápida e económica do esmalte;
- ✓ Implantação de sistema de exaustão e de lavador de gases na linha de esmalte para evitar dispersão de material particulado e libertação de substâncias tóxicas para a atmosfera;
- ✓ Uso de esmalte a seco que reduz o consumo de água e a perda de materiais;
- ✓ Substituição de cabines de aplicação a disco por sistemas de aplicação de grandes volumes a baixas pressões – HVPL);
- ✓ Implantação de sistema de interrupção automática da aplicação de esmalte, quando ocorrerem falhas na sequência de apresentação das peças na esteira.

● **Queima**

- ✓ Controle da oxigenação na câmara de queima (excesso de ar) para maximizar a eficiência da combustão e conseqüentemente reduzir o consumo de energia/combustível;
- ✓ Instalação de sistemas de detecção de fugas de gás;
- ✓ Instalação de medidores contínuos do fluxo de ar primário que possibilitam controlar o processo de combustão e reduzir o consumo de energia;
- ✓ Colocação de filtros absorventes nas chaminés para o controle de gases poluentes;
- ✓ Redução da massa refractária de carros, caixas e suportes, utilizando elementos ocós e lâ refractária (fibra cerâmica), visando o aumento da relação carga/mobilidade;
- ✓ Redução/eliminação de pontos de infiltrações de ar para melhorar o processo de queima e reduzir o consumo de energia;
- ✓ Vedação conveniente nas cabeceiras dos carros em fornos do tipo túnel;
- ✓ Pré-aquecimento de carga de um forno com gases de refrigeração de outro forno;
- ✓ Instalação de sistema de exaustão dos fornos em circuito fechado interligado a um sistema lavador de gases.

● **Embalagem**

- ✓ Segregação de embalagens para reciclagem;
- ✓ Utilização de embalagens retornáveis;
- ✓ Recuperação e reutilização de paletes no armazenamento.

8. BIBLIOGRAFIA

- (1) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Branca e de Revestimento - Série P+L, 2008.
- (2) Centro de Tecnologías Limpas, Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Sector de Fabricación de Baldosas Cerámicas en la Comunitat Valenciana, 2009.
- (3) Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL), Prevención de la contaminación en el sector cerámico estructural, Setembro de 2006.
- (4) Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (INETI), PNAPRI- Guia Técnico Sector da Indústria Cerâmica, Setembro de 2001.
- (5) Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference document Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, Dezembro de 2006.
- (6) Instituto de Tecnología Cerámica, Tratamiento de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos de la Industria Cerámica. Castellón, 1992.
- (7) Verlag Dashöfer, "Manual Prático para a Gestão de Resíduos", Abril 2011.
- (8) Fernando Rodrigues da Silva; "Gestão de Resíduos Industriais [Segunda Ed.]"; Via Sapia; 2008.
- (9) Fernando Rodrigues da Silva; "Minimização da Geração de Resíduos Industriais"; Via Sapia; 2007.
- (10) "Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais", Ministério do Ambiente, Lisboa, 2001.
- (11) "Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais", Ministério do Ambiente, 2000.
- (12) Abel Pinto, "Sistemas de Gestão Ambientais", Edições Sílabo.
- (13) APCER, "Guia Interpretativo ISO 14001:2004".
- (14) IBerogestão, "ISO 14001:2004: Guia de Apoio à Implementação de Sistemas de Gestão Ambientais.
- (15) Agência Portuguesa do Ambiente, "Dossier de Prevenção de Resíduos", Amadora 2008.
- (16) Apicer/CTCV, "Manual de Boas Práticas na Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis".
- (17) Recet/Cartif – Guia de Boas Práticas de Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis.

Sites consultados

- www.apambiente.pt
- www.igaot.pt
- www.netresiduos.com

AEP - Associação Empresarial de Portugal
Av. Dr. António Macedo
4450-617 Leça da Palmeira
T: +351 229 981 541
F: +351 229 981 771
cjbile@aeportugal.com
www.aeportugal.pt

