

**PANORAMA DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DAS
OLARIAS DO SUL DE SANTA CATARINA**

Vicente Francisco Camara

Orientador: Henrique de Melo Lisboa

Co-orientador: Leonardo Hoinaski

2012/2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

VICENTE FRANCISCO CAMARA

PANORAMA DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DAS
OLARIAS DO SUL DE SANTA CATARINA

ORIENTADOR: HENRIQUE DE MELO LISBOA

CO-ORIENTADOR: LEONARDO HOINASKI

Florianópolis (SC)

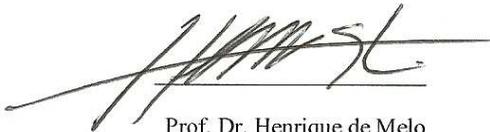
Fevereiro de 2013

PANORAMA DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DAS OLARIAS DO SUL DE
SANTA CATARINA

VICENTE FRANCISCO CAMARA

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para Conclusão do
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental-TCC II

BANCA EXAMINADORA:



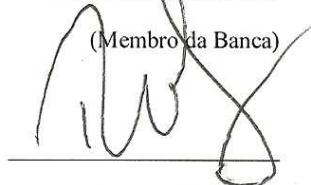
Prof. Dr. Henrique de Melo
Lisboa

(Orientador)



Prof. Dr. Davide Franco

(Membro da Banca)



Prof. Dr. Paulo Belli Filho

(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS (SC), FEVEREIRO DE 2013

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Alveri e Lourdes, por todo o carinho, os valores e ensinamentos repassados. Graças aos seus esforços pude me dedicar plenamente aos estudos. Graças a eles, sou o que sou hoje. Agradeço também a minha irmã Julia, por todo o convívio e momentos de alegria.

À minha família, que apesar da distância, sempre me apoiou durante todo o percurso até este trabalho.

Agradeço também a todos os professores que tive, essenciais não apenas para o meu crescimento intelectual, mas também na construção do meu caráter. Especialmente aos professores que tive durante o meu percurso no ensino básico e médio nas escolas públicas. Tais professores, apesar da desvalorização de sua profissão, sempre se preocuparam não apenas com a formação de um aluno, mas sim com a formação de um cidadão.

Agradeço ao Professor Henrique Lisboa, por todos os ensinamentos repassados durante o convívio e também pela liberdade dada para a execução deste trabalho.

Ao Leonardo Hoinaski, praticamente meu irmão mais velho, pelo suporte a este trabalho, pela amizade e pelo apoio a outras atividades desenvolvidas dentro do Laboratório de Controle de Qualidade do Ar (LCQAr).

Aos bolsistas do LCQAr que me auxiliaram na obtenção e compilação de dados deste trabalho (Diogo, Mariane, Paula e Veridiana).

Ao Gilson Miranda, que propiciou a minha entrada no LCQAr, pela oportunidade e por toda a ajuda. Agradeço também a todos os membros do LCQAr com quem convivi pela descontração e pelo aprendizado (Priscila, Isabel, Mariana, Marlon, Álvaro, Valéria, Marina, Fábio, Magnum, Andy, e outros que eu possa ter esquecido).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas oportunidades de bolsa, que contribuíram muito para meu crescimento pessoal.

Ao Sindicato das Indústrias da Cerâmica Vermelha de Morro da Fumaça (SINDICER), às olarias que participaram do trabalho e à Fundação Estadual do Meio Ambiente (FATMA) por todo o respaldo e informações cedidas.

A todos os meus amigos, que tornaram irrelevantes as dificuldades que tive.

RESUMO

A região Sul do Estado de Santa Catarina é um local onde os impactos ambientais decorrentes das atividades econômicas são notáveis. Dentre essas atividades encontra-se a produção de cerâmica vermelha (telhas e tijolos). Tais empreendimentos impactam o meio ambiente desde a retirada da matéria-prima (argila), de insumos (madeira), até o processo de produção. Na produção, é efetuada a queima de combustíveis para o cozimento das peças cerâmicas. Tal queima libera uma série de poluentes na atmosfera, dentre eles: o material particulado, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, monóxido de carbono e outros. Um grande número de estudos relaciona a poluição atmosférica com a incidência de doenças respiratórias e cardíacas, bem como aumento na taxa de mortalidade. Algumas pesquisas indicam que o Sul de Santa Catarina é uma região onde a poluição atmosférica alcança níveis muito acima dos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O reduzido poder econômico da maioria das indústrias de cerâmica vermelha acaba deixando as preocupações com suas emissões atmosféricas em segundo plano. O presente trabalho visa a verificar a situação em que se encontram as olarias do sul do estado quanto às emissões atmosféricas. Para tal, foram aplicados questionários em diversas indústrias do setor, além de ser feito um levantamento das licenças ambientais junto ao órgão ambiental responsável. Verificou-se que o impacto causado por essas empresas pode ser significativo, graças à algumas constatações: baixa eficiência de remoção de seus equipamentos de controle de emissão atmosférica, tempo de operação deles e brandura da legislação

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Atmosférica, Olarias, Morro da Fumaça.

ABSTRACT

The southern region of Santa Catarina state is an area where the environmental impacts from its economical activities are noticeable. Among these activities there are the masonry industries (bricks and tiles). These companies impact the environment since the extraction of raw materials (clay), inputs (timber) until the production process. In this process, fuels are used to burn the clay pieces. It releases a couple of pollutants to the atmosphere: particulate matter, nitrogen oxides, sulfur oxides, carbon monoxide, and others. A big amount of studies relate atmospheric pollution to the incidence of respiratory and cardiac illnesses, as well as rises in mortality rates. A couple of researches have given evidences that the air pollution in this region reach levels above of the ones recommended by the World Health Organization (WHO). Due to the constitution of the masonry industries, they have reduced economic resources, what put their worries with their atmospheric emissions in the background. This paper proposes to verify the situation that the masonry industries in the south of the state are, related to their atmospheric emissions. Questionnaires were applied in several industries, furthermore a research trough environmental licensing documents was done. It was verified that the impact caused by these industries can be significant, due to some findings: low efficiency of their air pollution control devices, the amount of time these equipments work and regulation mildness

KEYWORDS: Atmospheric Pollution, Masonry Industries, Morro da Fumaça

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
	OBJETIVOS	8
	<i>Objetivo Geral:</i>	8
	<i>Objetivos Específicos:</i>	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	9
2.1.1	<i>Material Particulado</i>	9
2.1.2	<i>Óxidos de Nitrogênio</i>	13
2.1.3	<i>Óxidos de Enxofre</i>	14
2.2	EFEITOS À SAÚDE DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS	14
2.3	LEGISLAÇÃO SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	16
2.4	OLARIAS	17
2.5	CONTEXTO DO SUL DO ESTADO E PROBLEMÁTICA DAS OLARIAS	
	20	
3	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.2	SITUAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES ATMOSFÉRICOS DAS	
	OLARIAS	27
3.2.1	<i>Questionários</i>	27
3.2.2	<i>Documentos Relacionados às Licenças Ambientais</i>	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	QUESTIONÁRIO.....	30
4.2	DOCUMENTOS RELACIONADOS ÀS LICENÇAS AMBIENTAIS	45
4.3	DISCUSSÃO FINAL	58
5	CONCLUSÃO	60
6	RECOMENDAÇÕES	60
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8	APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO APLICADO	68

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acentuada que ocorreu no último século evidenciou os impactos causados por processos industriais na qualidade do ar e consequentemente, na saúde da população das cidades. Dentre os principais poluentes urbanos estão o material particulado (MP), os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os óxidos de enxofre (SO_x). Dependendo da concentração desses poluentes, podem ocorrer complicações na saúde dos cidadãos. Tais danos começaram a ser alvo de estudos na medida em que a poluição atmosférica causou desastres ambientais, como nos eventos ocorridos no vale do Meuse na Bélgica, em 1930 (HOET, NEMERY e NEMMAR, 2001) e em Londres, Inglaterra, em 1952 (BELL e DAVIS, 2001).

Em resposta à degradação da qualidade de vida, os governos desenvolveram políticas públicas para a redução da poluição atmosférica. No Brasil, tal fato apenas ocorreu no final da década de 80, com a implementação do Programa Nacional da Qualidade do Ar (PRONAR), 30 anos após as primeiras políticas de controle da poluição atmosférica instituídas em países desenvolvidos. Hoje, mais de 20 anos após o surgimento de tal política, o povo brasileiro sofre as consequências de leis desatualizadas e da falta de iniciativas do governo para o cumprimento das legislações vigentes. Tais efeitos são visíveis na redução da expectativa de vida, aumento do número de doenças relacionadas à poluição atmosférica e consequente redução da qualidade de vida.

O Sul do estado de Santa Catarina tem se mostrado uma região em que a poluição do ar é crítica. O agravante dessa região do estado é a base econômica, que congrega uma série de atividades poluidoras, dentre elas a produção das cerâmicas vermelhas (telhas e tijolos). Essas indústrias utilizam processos de combustão para a fabricação do produto final. Apesar de iniciativas do Ministério Público de Santa Catarina para a implementação de uma rede de monitoramento de qualidade do ar e para a utilização de dispositivos de tratamento de gases, estudos indicam que o ar da região continua poluído (SOUZA, 2010; SOUZA, 2011). Foi comprovado um número elevado de internação de pacientes por doenças respiratórias e por problemas cardíacos em cidades em que há um grande número de olarias, em comparação com a média do estado

(SOUZA, 2011). Soma-se a isso o fato das olarias serem, em sua grande maioria, de pequeno porte, com gerenciamento familiar, e consequente pouca disponibilidade de recursos, o que dificulta a aquisição de equipamentos de controle de poluição atmosférica.

A despeito da grande concentração de olarias na região, não se sabe ao certo o grau de responsabilidade das mesmas na poluição do ar do sul do estado de Santa Catarina. Esse estudo analisou as condições em que se encontram as emissões atmosféricas das indústrias da cerâmica vermelha da região.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Investigar a influência do setor ceramista perante a qualidade do ar no sul do estado de Santa Catarina;

Objetivos Específicos:

- Realizar um levantamento de dados junto ao órgão ambiental responsável, caracterizando as olarias;
- Aplicar questionários nas indústrias visando obter informações específicas sobre a poluição do ar originada pelo setor;
- Elaborar um inventário das emissões provenientes das olarias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 POLUENTES ATMOSFÉRICOS

2.1.1 Material Particulado

Conforme a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2009) o material particulado (MP) representa uma classe ampla de substâncias quimicamente e fisicamente diferentes (líquidas ou sólidas). Essas partículas podem ser classificadas de acordo com seu tamanho, mecanismo de formação, origem, composição química, comportamento atmosférico e método de medição (USEPA, 2012). A classificação mais utilizada é a de acordo com o tamanho, e dentre as classificações por tamanho, a de diâmetro aerodinâmico é a mais usual. O diâmetro aerodinâmico é adotado devido ao fato que as partículas quase nunca possuem um formato esférico regular. É feita, portanto, uma equivalência da partícula real a uma partícula perfeitamente esférica de densidade de 1 g/cm^3 quanto a suas propriedades inerciais. Todas as referências ao diâmetro das partículas nesse trabalho se referirão ao diâmetro aerodinâmico. A classificação mais utilizada no Brasil, feita pela Companhia Ambiental de São Paulo (CETESB, 2011) está descrita no Quadro 1.

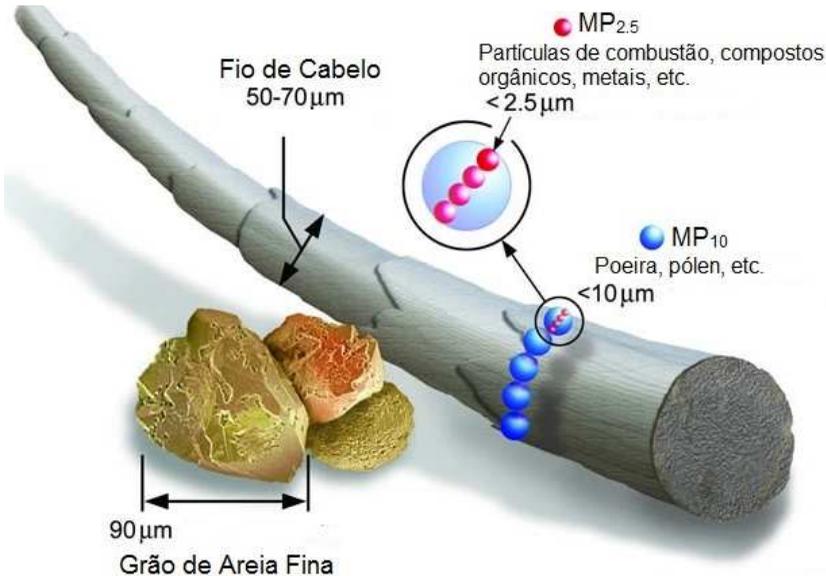
Quadro 1 – Classificação do Material Particulado conforme a CETESB

Nomenclatura	Sigla	Diâmetro Aerodinâmico
Partículas Totais em Suspensão	PTS	<50 μm
Partículas Inaláveis	MP ₁₀	<10 μm
Partículas Inaláveis Finas	MP _{2,5}	<2,5 μm
Partículas Inaláveis Grosseiras	MP _{2,5-10}	<10 μm e >2,5 μm

Fonte: Adaptado de CETESB (2011)

A Figura 1 exemplifica a classificação por tamanho feita pela USEPA e a compara com o tamanho de um fio de cabelo e a um grão de areia. Assim é possível verificar o tamanho diminuto dessas partículas

Figura 1 - Classificação de acordo com o diâmetro aerodinâmico



Fonte: Adaptado de USEPA (2012)

Embora no Brasil ainda seja levada em consideração a classificação de PTS, nos países desenvolvidos usam-se com mais frequência os conceitos de MP₁₀ e MP_{2.5} que estão atrelados a efeitos adversos à saúde

O MP pode ser formado por cinco processos diferentes (USEPA, 2010): Atrito/Dispersão Mecânica; Combustão; Nucleação Homogênea e Heterogênea; e Evaporação de Gotas. A formação por atrito ocorre quando há a fricção de duas superfícies. A composição e densidade das partículas geradas serão idênticas ao dos materiais de origem. As partículas formadas por esse processo situam-se numa faixa de aproximadamente 1 µm até 1000 µm de diâmetro. Entretanto, poucas partículas situam-se na faixa abaixo de 10 µm devido à baixa quantidade de energia normalmente envolvida nesses processos. Há, portanto, principalmente, a geração de partículas grosseiras (USEPA, 1999).

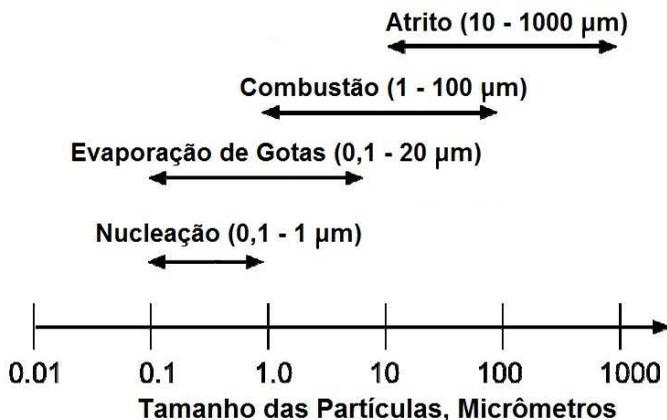
Quando há a queima de combustíveis (sólidos e líquidos), ocorre a oxidação ou vaporização das substâncias orgânicas presentes nos

mesmos. Rapidamente, as moléculas do combustível são reduzidas a cinzas e remanescentes de queima lenta (compostos por substâncias orgânicas). Essas cinzas e remanescentes encontrar-se-ão numa faixa de 1 a 100 μm de diâmetro, constituindo o particulado resultante desse processo de combustão (USEPA, 1999). Segundo Arbex (2001) o material particulado é encontrado em elevadas concentrações quando há a queima de biomassa. Segundo a USEPA (1998 apud ARBEX, 2001) o maior percentual de material particulado produzido pela queima da biomassa é formado por partículas inaláveis finas (menores que 2,5 μm) em uma proporção de aproximadamente 90%.

As nucleações heterogênea e homogênea envolvem a conversão de vapores para a forma de partículas. Para tal, os vapores devem ser resfriados a uma temperatura em que a nucleação possa ocorrer. A diferença entre as nucleações é que na homogênea, a partícula formada é composta quase em sua totalidade pelo vapor predecessor. Já na heterogênea há a acumulação de um material na superfície de uma partícula, resultando numa partícula com mais de um composto. Há duas categorias de vapores que podem ocasionar a nucleação: (1) os compostos orgânicos; e (2) os metais inorgânicos e compostos metálicos. As nucleações resultam em partículas finas de diâmetro entre 0,1 e 1 μm (USEPA, 2010).

A evaporação de gotas é um processo de formação de particulado muito próximo da combustão. Quando a água é evaporada, os sólidos em suspensão contidos nas gotas são emitidos como pequenas partículas. O tamanho dessas partículas situa-se numa faixa de 0,1 a 20 μm . A Figura 2 apresenta a faixa de tamanho de partículas que os diferentes processos de formação de MP acarretam (USEPA, 2010).

Figura 2 - Processos de geração de MP e seus respectivos tamanhos de partículas



Fonte: Adaptado de USEPA (2010)

Ainda quanto à formação, o MP pode ser classificado como MP primário e secundário (USEPA, 1999). O MP primário é aquele emitido diretamente na atmosfera ou que é formado rapidamente a partir da condensação de vapores. Já o MP secundário refere-se às partículas que são formadas na atmosfera devido a reações entre gases precursores. Os principais gases precursores são o Dióxido de Enxofre (SO_2), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Amônia (NH_3) e os Compostos Orgânicos Voláteis (COV).

O material particulado apresenta uma considerável variabilidade de elementos em sua composição, chegando a ser constituído por centenas de compostos ou substâncias químicas diferentes. As frações finas e grosseiras do MP possuem diferenças marcantes em sua composição química. Em geral, a fração grosseira é básica, e a fina, ácida (BOUÇAS, 2009). Tal variabilidade de composição dependerá da origem do MP, do seu processo de formação e das interações que o mesmo sofre na atmosfera.

A formação, a origem e a composição química do MP são bastante diversificadas em um ambiente urbano. Além disso, sua concentração varia espacialmente e temporalmente em decorrência das

condições meteorológicas e reações químicas na atmosfera (CALLÉN 2009, apud HOINASKI, 2010).

Conforme Bouças (2009) a fração fina do material particulado apresenta em sua composição, além de carbono elementar, íons como o sulfato (SO_4^-), nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+) e hídrion (H^+). Uma variedade de metais também é encontrada nessa fração, como o chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), vanádio (V) e cromo (Cr). Já a fração grosseira normalmente é formada principalmente por partículas de origem mineral, compostas por silício (Si), alumínio (Al), potássio (K), ferro (Fe), cálcio (Ca) e outros, como carbonatos e compostos orgânicos.

2.1.2 Óxidos de Nitrogênio

O nitrogênio gasoso (N_2) é o principal constituinte do ar, em torno de 78% em volume e 75% em massa (ar seco). Em condições normais é um gás inerte. Entretanto, quando é submetido a elevadas temperaturas e pressões o nitrogênio reage com o oxigênio e se converte em monóxido de nitrogênio (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO_2), que é nocivo à saúde. Tais condições são encontradas no interior de câmaras de combustão, fornos, etc. (GODISH, 1991).

Segundo Baird (2002) o óxido nítrico é pouco solúvel em água, mas à medida que o mesmo é oxidado a NO_2 e entra em contato com a água, ocorre a formação do ácido nítrico (HNO_3^-). O ácido nítrico pode ser formado durante o dia, por meio de reações fotoquímicas ou durante a noite, produzido com o ozônio disponível (Godish, 1991). Tal ácido pode então ser absorvido na água e precipitar, ocasionando a chuva ácida, ou pode, posteriormente, reagir com a amônia presente na atmosfera e formar material particulado. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2005) na presença de luz ultravioleta e de hidrocarbonetos, o dióxido de nitrogênio é a principal causa da formação de ozônio troposférico e de aerossóis de nitrato, que consistem numa importante fração do $\text{MP}_{2,5}$.

2.1.3 Óxidos de Enxofre

De acordo com Montali (2010) o termo “óxidos de enxofre – SO_x ” é a maneira utilizada para se referir ao dióxido de enxofre (SO_2) e trióxido de enxofre (SO_3) que podem ser poluentes primários ou secundários. Os óxidos de enxofre ocorrem naturalmente devido às emissões vulcânicas ou à oxidação de gases provenientes da decomposição de plantas. Entretanto, onde há a queima de carvão (composto de 1 a 9% de enxofre) a responsabilidade pela presença de óxidos de enxofre passa a ser antrópica (BAIRD, 2002). A vantagem de se utilizar a madeira é que ela possui um baixo teor de enxofre em sua constituição (USEPA, 2011; QUIRINO et al., 2005), não ocasionando em emissões significativas de óxidos de enxofre.

2.2 EFEITOS À SAÚDE DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Segundo Kampa e Castanas (2008 apud MARTINS, 2010), todos os tipos de poluentes atmosféricos em altas concentrações são prejudiciais à saúde. Porém, um longo tempo de exposição a concentrações baixas de poluentes também podem causar o mesmo dano.

No caso do material particulado, a principal preocupação está ligada às partículas menores, pois tendem a ficar mais tempo na atmosfera. A remoção dessas partículas nos processos de tratamento é difícil. Trata-se de sério problema à saúde uma vez que podem ultrapassar o trato respiratório humano, chegando ao pulmão, causando uma série de complicações. Devido a sua elevada superfície específica, essas partículas de tamanho diminuto podem carregar metais pesados consigo. Conforme Hoinaski (2010) os agentes tóxicos metálicos possuem característica cumulativas por serem persistentes. Assim, mesmo em baixas concentrações podem levar ao aparecimento de sinais de intoxicações crônicas, quando expostos por um longo período. Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2005) até hoje nenhuma pesquisa encontrou limites abaixo dos quais não haja efeitos adversos à saúde causados pelo Material Particulado.

Estudos recentes mostram que as concentrações de partículas no ar ambiente estão associadas a uma ampla gama de efeitos sobre a saúde humana. Algumas consequências são: o aumento de internações

hospitalares por patologias respiratórias; a exacerbação de episódios de asma; o aumento da incidência e da duração de sintomas respiratórios; o decréscimo da função pulmonar; a restrição de atividades de trabalhadores; e aumento do absenteísmo escolar; além do aumento da mortalidade (ARBEX, 2002).

Conforme estudo de Pope et al. (2004, apud Coelho, 2009) um incremento de apenas $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{MP}_{2,5}$ foi associado a um aumento de 8 a 18% no risco de mortalidade por doenças cardiopulmonares. No mesmo estudo foi estimado que uma redução da mesma magnitude no período de dois anos, seria responsável por um aumento de expectativa de vida de 0,61 anos, em média. Na Região Sul do estado de Santa Catarina, Souza (2011) encontrou valores de internações hospitalares por doenças que podem estar relacionadas à poluição do ar muito superiores às médias, em Morro da Fumaça, onde a poluição do ar e a atividade das olarias são visíveis.

Para o dióxido de nitrogênio (NO_2), exposições de curto prazo à concentrações acima de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ apresentam toxicidade significativa, com prejuízos à saúde. Não há nenhuma evidência robusta de que o NO_2 tenha algum efeito tóxico direto em exposições em longo prazo, pois o poluente é sempre encontrado em conjunto com outras substâncias. Portanto, não se consegue isolar o efeito do NO_2 . Ele é utilizado como parâmetro porque serve como indicador da presença de outros contaminantes (como o MP e ozônio). Até hoje, estudos epidemiológicos mostraram que os sintomas de bronquite se agravam em crianças asmáticas com o aumento das concentrações anuais de NO_2 . Também há uma correlação entre a redução da função pulmonar com altas concentrações do mesmo poluente (OMS, 2005).

Exposições excedendo $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de enxofre, por período de 10 minutos, causam alterações no funcionamento pulmonar e sintomas respiratórios. Ainda há incertezas quanto a exposição à longo prazo ao SO_2 , se ele realmente é o responsável por efeitos adversos à saúde ou se esse efeito é de responsabilidade de partículas ultra finas ou outras substâncias correlacionadas.

2.3 LEGISLAÇÃO SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

No âmbito da poluição atmosférica, duas linhas regulatórias são tomadas no sentido de proteger a qualidade do ar. A primeira é a restrição da emissão de poluentes, conhecido como padrão de emissão, ou seja, a concentração máxima em que um poluente pode ser emitido por uma fonte. A segunda linha são as concentrações em ar ambiente.

Como um dos desfechos da Política Nacional do Meio Ambiente de 1981, o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) foi instituído com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 5 do ano de 1989. Isso culminou com a publicação das resoluções de número 3 e 8 de 1990, pelo mesmo órgão. A de n. 3 estabeleceu os limites de concentração de poluentes no ar ambiente e a de n. 8 os limites máximos de emissão para fontes fixas. O Quadro 2 apresenta alguns dos valores limites estabelecidos pela resolução n. 3 do CONAMA de 1990, em vigor até os dias de hoje.

Quadro 2 – Concentrações limite de poluentes conforme a CONAMA 03/1990

Poluente	Cálculo	Padrão Primário	Padrão Secundário
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Média Geométrica Anual	80 µg/m ³	60 µg/m ³
	Média de 24 Horas	240 µg/m ³	150 µg/m ³
Partículas Inaláveis (MP₁₀)	Média Aritmética Anual	50 µg/m ³ ¹	
	Média de 24 Horas	150 µg/m ³ ¹	
Dióxido de Enxofre (SO₂)	Média Aritmética Anual	80 µg/m ³	40 µg/m ³
	Média de 24 Horas	365 µg/m ³	100 µg/m ³
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	Média Aritmética Anual	100 µg/m ³	100 µg/m ³
	Média de 1 Hora	320 µg/m ³	190 µg/m ³

Fonte: Adaptado de CONAMA (1990)

Os padrões primários de qualidade do ar consistem nos valores a serem respeitados. São os valores que, segundo a regulamentação, se ultrapassados podem afetar a saúde da população. Já os padrões

¹ O padrão primário é igual ao secundário

secundários são os valores fixados como meta. Conforme a legislação são as concentrações as quais se prevê o mínimo de efeitos adversos ao bem estar da população e ao meio ambiente.

Já a resolução n. 8 de 1990 remete ao limite de emissões de processos industriais de combustão externa (fornos, caldeiras, estufas, geradores de calor) com potência nominal de até 70 MW quanto à emissão de PTS, dióxido de enxofre (SO₂) e densidade colorimétrica da emissão.

No ano de 2006 o CONAMA lançou a resolução 382, complementando sua antecessora de 1990. Nessa resolução, os tipos de fonte foram especificados, como também a tipologia dos combustíveis utilizados nos processos de combustão externa. Os poluentes a serem averiguados também sofreram atualização, o PTS continuou, os óxidos de nitrogênio (NO_x) foram incluídos, o dióxido de enxofre foi substituído pelos óxidos de enxofre (SO_x) e a densidade colorimétrica foi mantida apenas para processos que utilizam derivados da madeira para a combustão. As atividades não contempladas por essa resolução devem respeitar a resolução de 1990. Essa legislação também permite com que os órgãos licenciadores sejam mais ou menos restritivos quanto às emissões de acordo com o caso. Em 2011 houve outra atualização dos padrões de emissão, por meio da resolução número 436. Modificações foram feitas em alguns valores de limites de emissão, mas a mudança mais significativa talvez tenha sido a inclusão de um anexo tratando do monitoramento de emissões atmosféricas (CONAMA, 2011).

Apesar de constantes modificações em legislações internacionais quanto à qualidade do ar, o Brasil parece estar à margem do aumento das restrições de emissões e de concentrações de poluentes. O estado de Santa Catarina, apesar de ter “atualizado” sua legislação no ano de 2009, com o novo Código Ambiental, ainda não apresentou nenhum indício de novos padrões de emissão ou de concentração ambiente.

2.4 OLARIAS

As indústrias de cerâmica vermelha, comumente chamadas de olarias, são classificadas, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), como empresas de fabricação de produtos

cerâmicos não refratários para uso estrutural na construção. Essa classe compreende a fabricação de materiais como telhas, tijolos, lajotas, etc.

Segundo Kawaguti (2005) a produção da cerâmica vermelha é definida pelos seguintes processos: sazonalamento, preparação de massa, conformação, secagem e queima. Tal processo está esquematizado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do processo produtivo das olarias



Fonte: Autoria própria

Nessa revisão será dada ênfase ao processo térmico (queima), pois é o que ocasiona os maiores impactos na atmosfera. De acordo com Dadam (2005) é durante a queima dos produtos que são adquiridas suas características definitivas como cor, porosidade e resistência mecânica.

Na queima, também conhecida como sinterização, as peças secas são submetidas a um tratamento térmico a temperaturas elevadas, que se situam entre 800°C a 1200°C. A queima é dividida em três fases: aquecimento controlado (o forno é aquecido da temperatura ambiente até a temperatura desejada), patamar (o forno mantém sua temperatura para a sinterização) e resfriamento controlado (a temperatura reduz-se até a temperatura ambiente). No caso de cerâmica vermelha, este ciclo tem duração de dois a três dias. Nesta etapa, encontra-se toda a demanda de energia térmica do processo de fabricação, exceto quando a secagem

é feita com a utilização de ar quente (KAWAGUTI, 2005). A primeira fase, de aquecimento, é onde a emissão de poluentes é mais crítica, pois as condições de combustão ainda são instáveis. Essa fase da queima é conhecida pelos oleiros como o arrojo.

Conforme Dadam (2005) os fornos podem ser classificados, basicamente, como intermitentes e contínuos, em função de como a queima é realizada. Os fornos são classificados como intermitentes, quando sua produção é feita por batelada, com as etapas seguintes: carga do forno; aquecimento; queima; resfriamento; e descarga. Esta característica faz com que o aproveitamento energético do processo seja pequeno, pois é necessário que a estrutura do forno seja aquecida e resfriada durante cada ciclo de produção. Hoje, a utilização deste tipo de forno é indicada para pequenas produções, para uma gama muito ampla de produtos e massas e para produtos onde uma carga sobre uma vagoneta torna-se inviável.

Ainda segundo Dadam (2005) os fornos contínuos são aqueles em que a queima se faz de forma contínua, sem interrupção para descarga ou carregamento das peças. Nestes fornos, enquanto um lote de peças está chegando ao final da queima, outro lote está iniciando, sem descontinuidade do processo. Comparativamente aos fornos intermitentes, os fornos contínuos são mais econômicos e produtivos, mas possuem um custo de implantação maior, sendo mais comuns em plantas de maior porte. Nestes fornos, as perdas para aquecimento da estrutura tornam-se negligenciáveis, uma vez que o forno opera continuamente. A emissão de poluentes, teoricamente, também é reduzida devido à manutenção das condições de combustão. A Fotografia 1 mostra uma olaria da região estudada em atividade, às margens da BR-101.

Fotografia 1 – Olaria durante o processo de fabricação



Fonte: Autoria própria.

2.5 CONTEXTO DO SUL DO ESTADO E PROBLEMÁTICA DAS OLARIAS

Um estudo realizado por Santa Catarina (1990) estimou a existência de 742 olarias no estado catarinense, sendo que 239 delas estariam situadas na região sul. A produção mensal do estado foi estimada em 100 milhões de unidades (somando telhas, tijolos e outros produtos semelhantes).

Cunha (2002) estudou a região de Morro da Fumaça, onde há uma concentração de indústrias oleiras. Ele utilizou dados do Sindicato das Indústrias de Olarias de Morro da Fumaça (que abrange indústrias de outras cidades da região, como Morro Grande, Içara, Criciúma etc.) e chegou a um número de 195 olarias. Redivo (2007) chegou ao número de 214 empresas do ramo oleiro no sul do estado. Elas estavam vinculadas a Cooperativa de Exploração Mineral (COOPEMI) e ao Sindicato das Indústrias de Cerâmica Vermelha (SINDICER).

Os efluentes atmosféricos gerados pela atividade das olarias estão estreitamente relacionados com os combustíveis utilizados nos fornos de cozimento da argila, sejam os fornos de atividade contínua ou intermitente. Levantamentos feitos por Santa Catarina (1990), Souza (1998 apud CUNHA, 2002) e Cunha (2002), no sul de Santa Catarina, demonstraram o panorama dos combustíveis utilizados pela atividade

oleira do sul do estado. Os dados resultantes dos estudos encontram-se na Tabela 1 (por olarias).

Conforme Santa Catarina (1990) em todo estado eram consumidos cerca de 114.325 m³ de lenha por mês, sendo que a região sul apresentou a melhor relação Energia/Produto (nesse caso tijolos) dos polos de cerâmica estudados (1,22 Gcal/mil unidades, contra 3,09 Gcal/mil unidades da região oeste e 2,14 na região norte). Já Cunha (2002), em seu estudo na região de Morro da Fumaça, estimou que um volume de 7.872 m³ de combustíveis são consumidos por mês, pelas 22 olarias amostradas. Tal valor corresponderia a 1/3 das olarias do município. Esses dados apontam a queima de biomassa (madeira) como a principal forma de obtenção de energia térmica para a cura das peças de cerâmica. Como comparação o combustível mais utilizado nas fábricas de telhas e tijolos da Alemanha (UNIÃO EUROPEIA, 2007a) é o gás natural com 88,6% do consumo. No Reino Unido, o gás natural também é o combustível mais usado nessas indústrias (BRICK DEVELOPMENT ASSOCIATION, 200-?).

Tabela 1 – Porcentagem de olarias usando cada combustível.

Fonte	Lenha	Carvão Mineral	Óleo BPF	Rejeitos de Madeira	Serragem	Outros
Santa Catarina (1990)	68,9%	12,3%	10,5%	5,5%	2,2%	0,6%
Souza (1998)	68,2%	-	1,5%	-	18,2%	9,1%
Cunha (2002)	66,0%	-	-	32,0%	2,0%	-

Fonte: Adaptado de Cunha (2002)

Fora as questões acima colocadas, ainda há o contexto econômico dessas indústrias. Redivo (2007), em suas conclusões, ressalta a existência de deficiências na gestão das empresas produtoras de cerâmica do sul de Santa Catarina, sendo os principais motivos: estrutura administrativa inadequada; falta de preparo dos gestores; e os

processos de produção artesanais. Redivo também aponta para a falta de controle de informações internas, o que dificulta a tomada de decisão dos empresários. Tal fragilidade também é enfatizada por Cunha (2002) levantando a falta de qualificação profissional como sendo uma das responsáveis pela fragilidade econômica do setor. Procurando melhorar o contexto, iniciativas foram tomadas pelo Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina (SEBRAE/SC) e pelo Instituto Evaldo Lodi (IEL, vinculado a Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, FIESC) com o objetivo de melhorar a situação de tais empresas.

No aspecto ambiental, Santa Catarina (1990) cita problemas das olarias com a extração irregular de madeira nativa. Cunha (2002) descreve problemas sobre a extração ilegal de argila, a falta de licenças ambientais e o impacto da qualidade do ar da região, resultante da atividade dessas indústrias. No sentido de reduzir a degradação ambiental da região, o Ministério Público de Santa Catarina (MP/SC, 2007) instituiu um programa de prevenção e repressão à poluição atmosférica, sob forma de um Termo de Compromisso e Ajustamento de Condutas (TAC), assinado no ano de 2004. As partes signatárias do acordo foram o MP/SC, comarcas da região (Criciúma, Tubarão, Urussanga, etc.), a Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA), a Polícia Ambiental, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), SINDICER, COOPEMI e o Sindicato das Indústrias de Cerâmica de Revestimentos (Sindiceram). Tal TAC teve os seguintes objetivos:

- Preservação dos cursos d'água e demais áreas ambientalmente protegidas, com a disciplina e adequação legal do uso do solo nas jazidas de extração de argila;
- Recuperação dos passivos ambientais, consubstanciados nas cavas de extração a céu aberto;
- Controle das emissões atmosféricas.

Em 2006, foi feito um termo aditivo de retificação e ratificação visando uma adequação a questões técnicas. Ainda de acordo com o MP/SC (2007), no ano de 2005 a qualidade do ar passou a ser monitorada nas regiões com maior concentração de olarias (Morro da Fumaça e Morro Grande). A partir do ano de 2006, a análise e

expedição das licenças de operação da FATMA, para olarias, estão condicionadas a um cronograma prevendo a instalação de equipamentos de controle de poluição do ar. Entretanto, o texto não deixa claro se a eficiência de remoção de poluentes deve ser de no mínimo 80%, ou se a emissão de poluentes não pode ultrapassar 80% do limite estabelecido pela legislação vigente.

Quanto aos estudos realizados na região, Medeiros (2004) avaliou a concentração de enxofre (SO₂) e fumaça, além da morbidade de doenças respiratórias em Morro da Fumaça. Apesar de realizar a amostragem apenas durante seis dias em dois pontos da cidade (e durante o verão), os valores de SO₂ de várias amostras superaram, ou chegaram próximas à concentração do padrão secundário de qualidade do ar, evidenciando o grau de contaminação do ar. Quanto à morbidade, a incidência de doenças respiratórias em Morro da Fumaça chegou a ser 2,5 vezes maior que em uma cidade de atividade predominantemente agrícola (Turvo/SC).

Souza (2010) avaliou séries de dados da qualidade do ar em Criciúma, Morro da Fumaça, Tubarão e Sangão. Em Morro da Fumaça, os valores de PTS extrapolaram os estabelecidos na legislação, em 8 dos 11 anos de dados estudados. Nessa cidade, o MP₁₀ foi monitorado em apenas 3 anos (2001, 2002 e 2009). Já em Criciúma, o poluente mais preocupante foi o SO₂ que chegou a atingir um valor médio diário de 622 µg/m³ no ano de 2005 (a legislação estabelece como padrão primário o valor de 365 µg/m³).

Em Tubarão, apesar dos dados de monitoramento disponíveis ser apenas dos anos de 1994 e 1995 o PTS atingiu valores diários acima da legislação (chegando a 638 µg/m³, contra 240 µg/m³ do padrão primário).

No município de Sangão o MP₁₀ teve apenas 3 anos de monitoramento. Entretanto, a concentração deste poluente manteve-se acima da média anual permitida. Apesar de ser avaliado o respeito à legislação, na maioria das vezes isso não significa que não haverá impactos ao meio ambiente e às pessoas. Considerando-se os valores estabelecidos pelas diretrizes de qualidade do ar para o material particulado pela OMS (2005), ver-se-ia que os valores dos limites permitidos no Brasil destoam dos recomendados pela instituição internacional. Um exemplo, dos padrões de qualidade do ar, demonstrado na Tabela 2, que compara os valores recomendados pela

OMS com os limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA n. 03 de 1990 (padrão secundário).

Tabela 2 - Comparação da CONAMA 03/90 com as Diretrizes de Qualidade do Ar da OMS

	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		MP _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Média Geométrica Anual	Média Diária	Média Geométrica Anual	Média Diária	Média Geométrica Anual	Média Diária
CONAMA 03/90 ²	60	150	50	150	Inexiste	Inexiste
Diretrizes OMS 2005	Inexiste	Inexiste	20	50	10	25

Fonte: Autoria própria

Na única comparação possível com as diretrizes da OMS, os limites estabelecidos pela legislação brasileira são mais brandos, para ambas as escalas temporais de medição. Enquanto no Brasil o conceito de PTS ainda seja usado, internacionalmente os mais utilizados são o de MP₁₀ e MP_{2,5}. Na Europa, já se parte para a regulamentação da concentração em número de partículas por metro cúbico. Tal restrição aparece no limite de emissão veicular estabelecido pela regulamentação n. 715 de 2007 (UNIÃO EUROPEIA, 2007b). Para outros poluentes a situação de desatualização é similar, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparação Para Outros Poluentes

	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Média Aritmética Anual	Média Horária	Média Aritmética Anual	Média Diária	Média Horária	Média de 8 horas
CONAMA 03/90 ³	100	190	40	100	160	Inexiste
Diretrizes OMS 2005	40	200	Inexiste	20	Inexiste	100

Fonte: Autoria própria

² Padrão secundário

³ Padrão secundário

Quando há uma equivalência na escala temporal, a legislação nacional mostra-se branda em comparação com as diretrizes. No caso do NO₂ há uma exceção, mas apesar disso verifica-se uma preocupação muito maior da OMS com relação a exposições crônicas.

A atualidade do padrão de emissão brasileiro (CONAMA, 2011) pode ser verificada na Tabela 4, onde é feita uma comparação com a legislação do estado de Nova Gales do Sul (2010), da Austrália, para as indústrias de cerâmica vermelha, com uso de derivados de lenha.

Tabela 4 – Padrões de Emissão

	MP (mg/Nm ³)	NO ₂ (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)
CONAMA 436/2011 (Brasil) ⁴	730	Não há	3250
CLEAN AIR 2010 (Nova Gales do Sul, Austrália) ⁵	50	500	Não há

Fonte: Autoria própria

3 MATERIAIS E MÉTODOS

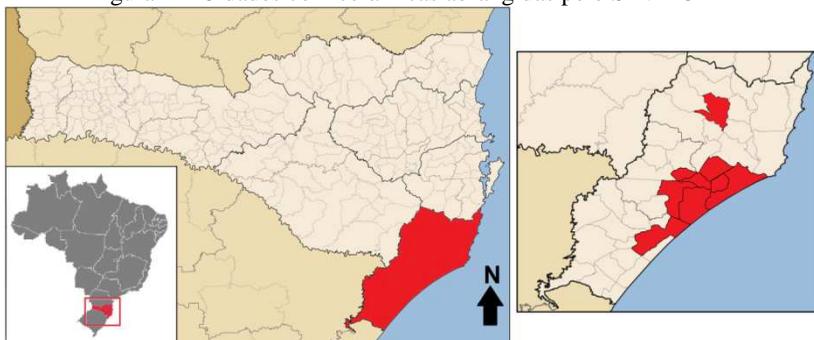
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As olarias associadas ao Sindicato da Indústria da Cerâmica Vermelha (SINDICER) abrangem cerca de 150 empresas. Essas empresas estão situadas nas seguintes cidades do Sul de Santa Catarina: Morro da Fumaça, Içara, Sangão, Criciúma, Braço do Norte, Treze de Maio, Cocal do Sul, Jaguaruna e Araranguá. A Figura 4 ilustra a região das empresas abrangidas pelo SINDICER. Já a Tabela 5 descreve os municípios abrangidos pelo SINDICER e seus dados geográficos e econômicos, conforme o IBGE (2011) e a Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2010).

⁴ Concentração referência de oxigênio de 8% em base seca e potência térmica nominal menor que 10 MW

⁵ Concentração referência de oxigênio de 7% em base seca

Figura 4 – Cidades com cerâmicas abrangidas pelo SINDICER



Fonte: Autoria própria

Tabela 5 - Dados demográficos e econômicos dos municípios com olarias vinculadas ao SINDICER

Município	População (2010)	Área (km ²)	PIB (R\$ mil, 2008)	PIB per capita (R\$/hab., 2009).
Criciúma	192.308	235,63	2.791.692 (9 ^o) ⁶	14.927 (126 ^o) ⁶
Araranguá	61.310	303,91	702.362 (32 ^o)	11.877 (205 ^o)
Içara	58.833	294,13	822.803 (27 ^o)	14.599 (130 ^o)
Braço do Norte	29.018	211,63	434.006 (47 ^o)	15.013 (124 ^o)
Jaguaruna	17.290	329,37	175.923 (106 ^o)	10.817 (233 ^o)
Morro da Fumaça	16.126	82,94	346.791 (57 ^o)	21.683 (43 ^o)
Cocal do Sul	15.159	71,21	285.171 (71 ^o)	18.884 (72 ^o)
Sangão	10.400	83,06	116.648 (138 ^o)	10.750 (234 ^o)
Treze de Maio	6.876	161,08	70.313 (185 ^o)	10.357 (245 ^o)
Total	407.320	1.772,94	5.745.713	14.323 (Média)
Santa Catarina	6.248.436 (6,5%)	95.703,49 (2,0%)	123.282.981 (4,7%)	20.369

Fonte: Adaptado de IBGE (2010) e Santa Catarina (2007).

⁶ De um total de 293 municípios

Percebe-se pelos dados que a região concentra municípios de importância econômica para o estado de Santa Catarina. Verifica-se também o elevado Produto Interno Bruto (PIB) per capita da cidade de Morro da Fumaça, que reconhecidamente abriga um número considerável de olarias.

3.2 SITUAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES ATMOSFÉRICOS DAS OLARIAS

O levantamento de dados da situação em que as emissões de poluentes atmosféricos se encontram nas olarias foi feita em duas etapas. Na primeira, foi aplicado um questionário e na segunda, os dados foram obtidos por meio da análise das licenças ambientais e documentos vinculados as mesmas. Após a aquisição dos dados, todos foram compilados em tabelas do software Microsoft Excel[®].

3.2.1 Questionários

Primeiramente, a avaliação do panorama das olarias do Sul de Santa Catarina, quanto ao tratamento de suas emissões atmosféricas, seria feita apenas através de uma aplicação de questionários às olarias. Levou-se em consideração o número de olarias presentes no endereço eletrônico do SINDICER, num total de 143. Tal dado foi considerado, pois o sindicato não quis fornecer maiores informações sobre seus associados.

Para uma validação estatística dos dados, foi feito um cálculo levando em consideração as Equações 1 e 2, apresentadas por Barbeta (2008). Visava-se fazer uma amostragem aleatória simples da população desejada (olarias vinculadas ao sindicato supracitado). Um sorteio prévio foi feito, para verificar quais seriam as olarias a serem questionadas.

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \quad \text{e} \quad n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (\text{Equações 1 e 2})$$

Onde:

- n é o número de questionários;
- E_0^2 é o erro amostral tolerável;
- N é o tamanho da população.

Entretanto, devido à escassez de recursos e à dificuldade de acesso às empresas, os questionários foram sendo feitos à medida que as olarias foram sendo encontradas. Apenas olarias das três cidades com maior concentração de empresas foram visitadas: Morro da Fumaça, Sangão e Içara. Um total de 71 questionários foram aplicados no período de janeiro a fevereiro de 2012, durante 2 saídas de campo. Dessas 71 olarias, 36 estavam localizadas em Morro da Fumaça (50,7%), 22 em Sangão (31,0%) e 13 em Içara (18,3%). Segundo as equações 1 e 2, o número de questionários dá aos dados uma margem de erro de 8,4% para a população inicialmente planejada. No entanto, algumas olarias estudadas não eram filiadas ao SINDICER (14 para ser exato, ou 20% das entrevistadas), a validação estatística desses dados ficou então comprometida. A maioria dos questionários (61) foi feito pessoalmente, um (1) foi feito via e-mail e outra parcela por telefone (9). Procurou-se aplicar o questionário ao proprietário da olaria, quando estava presente.

Para a redação dos questionários, baseou-se nos estudos de Cunha (2003) e Redivo (2007) que também aplicaram questionários na região, sobre o mesmo setor produtivo. Entretanto, para este trabalho deu-se ênfase às questões relativas às emissões atmosféricas. Ao todo, foram dezessete as perguntas feitas às olarias. As primeiras oito se referem ao uso de equipamentos de controle de poluição atmosférica (ECPA) nas indústrias. Se elas possuíam algum, qual o tipo, o custo que cada uma teve na aquisição dos mesmos. Perguntou-se também o motivo da instalação do equipamento. Depois, era questionado se os equipamentos apresentavam problemas e a frequência em que os inconvenientes eventualmente ocorriam. As perguntas seguintes tentaram verificar se a empresa fabricante fornecia assistência técnica e se o projeto do sistema existia. As quatro perguntas subsequentes se referiam à operação da olaria: a quantidade de fornos, o combustível utilizado na queima dos fornos, o consumo mensal de combustíveis e a quantidade de horas semanais que cada forno operava (em média). Uma pergunta foi feita sobre o período de funcionamento dos ECPA (se eles eram ativados durante todo o processo de queima). Posteriormente,

perguntou-se acerca da realização de amostragens na chaminé, sobre a situação da olaria quanto ao licenciamento ambiental e também se a empresa já havia sido notificada por alguma questão ambiental. A última questão procurou verificar se os entrevistados acreditavam que as olarias influenciavam na qualidade do ar da região. As perguntas serão detalhadas na parte de resultados e discussão. O questionário aplicado encontra-se no Apêndice I.

3.2.2 Documentos Relacionados às Licenças Ambientais

Outra forma de levantar os dados referentes às olarias foi através de suas licenças ambientais e documentos relacionados a elas disponíveis nas regionais de Tubarão e Criciúma, da FATMA. Ao todo, dados de 151 indústrias da cerâmica vermelha foram levantados. Segundo o órgão ambiental, todas as olarias, das quais os documentos foram cedidos, estavam em atividade. Houve uma intersecção entre o primeiro levantamento (questionário) e esse: das 151 empresas, 43 participaram do primeiro levantamento (28,4%). Ao todo foram 3600 páginas de documentos digitalizadas, posteriormente analisadas.

Os mais diversos dados puderam ser verificados, o consumo de matéria-prima, de insumos, a quantidade de funcionários, produção mensal, etc. A FATMA inclusive, pela formatação dos documentos, tentava padronizar os dados recebidos. Apesar disso, as empresas e seus responsáveis da área ambiental nem sempre apresentavam as informações desejadas, o que causou algumas lacunas em diversos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos dois levantamentos serão analisados separadamente. Os questionários terão cada uma de suas questões discutidas. A análise dos documentos da FATMA será feita posteriormente, verificando os dados gerais de todas as olarias e partindo para um agrupamento, de acordo com produtos e escala de produção.

4.1 QUESTIONÁRIO

- **Questão 1: A fábrica possui sistema de tratamento de gases?**

Das 71 olarias entrevistadas, duas negaram-se a responder o questionário. Das restantes, 60 (87%) afirmaram que possuíam algum equipamento de controle de poluição atmosférica em sua fábrica. Nove delas afirmaram não possuir nenhum dispositivo (13%).

Tal resultando surpreendeu inicialmente, pois pelo que se conhecia das olarias (dificuldade financeira e pouca consciência ambiental) esperava-se um número menor de olarias com tratamento de emissões atmosféricas.

- **Questão 1a: Qual o tipo de tratamento utilizado?**

A essa pergunta, e as subsequentes que aparecem com índice alfanumérico, apenas responderam as empresas que disseram sim ao questionamento anterior. A maioria das empresas, 56 (ou 93,3%) afirmou possuir lavadores de gases, que são conhecidos na região como “filtros”. Uma delas admitiu usar um filtro manga (1,7%). Outras 3 disseram utilizar câmaras de sedimentação (5,0%). Uma olaria citou o uso de uma chaminé alta para a melhor dispersão dos poluentes, mas não foi aqui considerada como tratamento. Na Tabela 6, a síntese dos dados obtidos.

Tabela 6 – Equipamentos de Controle de Poluição do Ar (ECPA) Utilizados pelas Olarias

Equipamento	Respostas	Porcentagem
Lavador de Gases	56	93,3 %
Câmara de Sedimentação	3	5,0 %
Filtro Manga	1	1,7 %
Total	60	100 %

Fonte: Autoria própria

O lavador é conhecido por remover tanto partículas, como gases de emissões atmosféricas. Entretanto, seu funcionamento ótimo para um poluente, normalmente, compromete o seu desempenho para a remoção do outro (USEPA, 1999). Além disso, o seu uso gera alguns inconvenientes: o consumo de eletricidade para o bombeamento da solução que será aspergida, o consumo de água, e a geração de efluentes líquidos e sólidos. O uso dos lavadores causa uma redução considerável na temperatura dos gases, o que dificulta a dispersão destes; além de condensar vapores, ocasionando a formação de material particulado secundário. Não foi elaborado um projeto específico para as olarias. Sendo o material particulado um dos principais poluentes a serem removidos, soluções simples, de baixo custo e manutenção, as câmaras de sedimentação e os ciclones poderiam ser mais utilizados pelo setor. Os lavadores encontrariam melhor função se fossem direcionados para a remoção de gases de combustão.

- **Questão 1b: Qual foi o custo de implantação do sistema de tratamento de gases?**

Nessa questão, o gasto das empresas foi separado em uma faixa de 5 valores. Tal separação foi feita tentando identificar melhor os gastos das empresas com os ECPA utilizados. A primeira faixa, que compreendeu um gasto de até R\$ 5.000 contou com 2 empresas (3,3% das que responderam). A segunda faixa correspondeu a valores entre R\$ 5.000 e R\$ 10.000, compreendendo 13 olarias (21,7%). Já a terceira, uma faixa de R\$ 10.000 a R\$ 20.000 e contou com 10 empresas (16,7%). A quarta faixa compreendeu valores de R\$ 20.000 até R\$ 50.000, que foi gasto por 19 olarias (31,7%). A última faixa de valores contou com apenas uma fábrica, que gastou mais de R\$ 50.000 (1,6%). Quinze empresas (25,0%) não souberam os valores envolvidos na aquisição de tais equipamentos. A Tabela 7 expressa os resultados dessa pergunta.

Tabela 7 – Gasto das Olarias com os ECPA

Valor Gasto	Respostas	Porcentagem
Gasto < R\$ 5.000	2	3,3 %
R\$ 5.000 < Gasto < R\$ 10.000	13	21,7 %
R\$ 10.000 < Gasto < R\$ 20.000	10	16,7 %
R\$ 20.000 < Gasto < R\$ 50.000	19	31,7 %
Gasto > R\$ 50.000	1	1,6 %
Não Souberam	15	25,0 %
Total	60	100 %

Fonte: Autoria própria

Apesar de ter conhecimento da fragilidade econômica de boa parte das olarias, através desses dados é possível ver que investimentos consideráveis foram feitos na aquisição de equipamentos de controle de poluição do ar (segundo os empresários). Para as empresas investigadas, que em bom número possuem um caráter familiar, a maioria gastou entre R\$ 5.000,00 e R\$ 50.000,00 (com uma média de gastos de em torno de R\$ 20.000,00). O menor investimento na área foi de R\$ 3.000,00 e o maior chegou a R\$ 140.000,00. Chama a atenção também o percentual de pessoas que não souberam o investimento realizado. Algumas justificativas: em algumas empresas o proprietário não se encontrava, portanto o questionário foi feito com funcionários (que não sabiam o custo do equipamento). O proprietário também poderia também não estar disposto a ceder a informação, por questão de confidencialidade. Mas tal dado também pode servir como indício da falta de controle de gastos existente nessas empresas, como afirmado por Redivo (2007). Tais investimentos devem ter sido efetuados para suprir a solicitação do TAC, evitando comprometer a atividade produtiva das olarias.

- **Questão 1c: Qual o motivo da instalação do ECPA?**

A maioria das 60 olarias que possuíam algum ECPA disse ter instalado seus equipamentos devido às exigências da FATMA (49, ou 81,7%). Oito delas disseram ter instalado por iniciativa própria (13,3%).

Já três delas não souberam responder (5,0%). A Tabela 8 sintetiza tais respostas.

Tabela 8 – Motivos para a instalação dos ECPA

Motivo	Respostas	Porcentagem
Exigência FATMA	49	81,7 %
Iniciativa Própria	8	13,3 %
Não Souberam	3	5,0 %
Total	60	100 %

Fonte: Autoria própria

O intuito dessa pergunta, de certa forma, era verificar o grau de preocupação com o meio-ambiente das olarias. Entretanto, a pergunta foi ingênua. Embora se queira acreditar que uma parcela instalou os seus equipamentos sem pressão externa, o real motivo de todas elas deve ser mesmo a obtenção de licenciamento ambiental junto à FATMA e o não comprometimento de suas atividades.

- **Questão 1d: O ECPA tem causado algum problema?**

Das 60 empresas com algum sistema de tratamento de gases, 22 afirmaram que os mesmos causavam algum problema (36,7%), 38 disseram que os equipamentos não apresentavam nenhum tipo de inconveniente (63,3%).

Mais de 1/3 das empresas indicaram que seus equipamentos causam algum tipo de problema. Em conversa, uma situação constantemente citada foi a entrada de água no forno (devido ao uso dos lavadores) e a dificuldade de “puxar” a fumaça (a elevada perda de carga). Pode-se verificar que os problemas identificados foram principalmente vinculados a influências no processo produtivo, e não relacionados a uma baixa eficiência na remoção de poluentes. Tal fato é de difícil percepção, embora algum indício possa ser notado na

coloração da fumaça. Foi citado por algumas empresas que tiveram de trocar o ECPA utilizado, devido ao mau funcionamento.

- **Questão 1e: Qual a frequência desses problemas?**

Responderam a essa questão apenas aqueles que disseram que os dispositivos de controle de poluição do ar causavam algum tipo de inconveniente (22 empresas). Dessas, 13 (59,1%) afirmaram que tais problemas ocorrem diariamente, 4 afirmaram que os problemas ocorrem mensalmente (18,2%). Três empresas disseram que raramente esses equipamentos causam problemas (13,6%). Já as duas não souberam responder à pergunta (9,1%). Os resultados dessa pergunta estão sintetizados na Tabela 9.

Tabela 9 – Frequência dos Inconvenientes com os ECPA

Frequência	Respostas	Porcentagem
Diariamente	13	59,1 %
Mensalmente	4	18,2 %
Raramente	3	13,6 %
Não Souberam	2	9,1 %
Total	22	100 %

Fonte: Autoria própria

Apesar do número relativamente pequeno de empresas que confirmam ter problemas em seus ECPA, das que afirmaram sofrer algum problema a maioria deles ocorre diariamente. Tal dado revela que qualquer erro no projeto de um ECPA pode ter influência direta no processo produtivo. Esse fato pode fazer com que o responsável opte por não usar o sistema de tratamento existente (deixá-lo desligado).

- **Questão 1f: A empresa fabricante do ECPA fornece assistência técnica?**

Das 60 empresas com algum tipo de sistema de tratamento de efluentes atmosféricos, 22 (36,7%) disseram que a fabricante fornece assistência técnica. Já 33 disseram o contrário (55,0%). Cinco empresas não souberam responder à pergunta (8,3%). O resultado dessa pergunta está na Tabela 10.

Tabela 10 – Oferecimento de Assistência Técnica às Olarias

	Respostas	Porcentagem
Sim	22	36,7 %
Não	33	55,0 %
Não Souberam	5	8,3 %
Total	60	100 %

Fonte: Autoria própria

A maioria das empresas não tem um respaldo do fabricante do equipamento quando tem a necessidade de algum reparo. A eficiência de remoção de poluentes está atrelada a uma manutenção periódica dos equipamentos. No caso dos lavadores, os aspersores podem ficar obstruídos, ou podem ser corroídos pelos gases de combustão, reduzindo a pressão com que a água é projetada no interior do equipamento, comprometendo a eficiência do mesmo. Das empresas que afirmaram receber assistência, foi constante as que disseram ter feito o ECPA eles mesmos. Muitos citaram a utilização de um lavador, vendido por uma empresa que atendeu a diversas olarias, que não funcionou e atrapalhava o processo produtivo. Durante as saídas, era comum ver esse lavador deixado em algum terreno nas proximidades das olarias. As Figuras 5 e 6 demonstram alguns dos lavadores de gases encontrados ao relento.

Figura 5 – Lavador de Gases Removido da Chaminé



Fonte: Aatoria própria

Figura 6 – ECPA Abandonados



Fonte: Aatoria própria

- **Questão 1g: A empresa possui o projeto do ECPA?**

Apenas quatro empresas (6,7%) afirmaram possuir o projeto do sistema de tratamento de efluentes atmosféricos. Trinta e oito disseram não ter o projeto (63,3%) e 19 não souberam responder à pergunta

(30,0%). A porcentagem restante se refere às olarias as quais a pergunta não se aplica. As respostas estão resumidas na Tabela 11.

Tabela 11 – Existência de projeto do ECPA

	Respostas	Porcentagem
Sim	4	6,7 %
Não	38	63,3 %
Não Souberam	18	30,0 %
Total	60	100 %

Fonte: Autoria própria

A ausência do projeto dificulta a responsabilização dos autores do projeto em caso de descumprimento de acordos de eficiência de remoção, mau funcionamento ou até na questão da assistência técnica. Essa pergunta, junto com a anterior, serve como indício, ou da falta de preocupação das empresas com a questão da poluição atmosférica, ou da falta de qualificação e comprometimento das empresas responsáveis pelo projeto e fabricação desses equipamentos.

- **Questão 2: Qual o combustível usado na olaria?**

A grande maioria das empresas afirmou usar a lenha como combustível (57, ou 82,6% delas). O gás natural e o óleo BPF foram citados apenas uma vez cada (1,5% cada). Já os rejeitos de madeira (serragem e cavaco) são utilizados por 10 empresas na queima do forno (14,4%). A Tabela 12 demonstra os dados dessa pergunta.

Tabela 12 – Combustíveis utilizados nos fornos

Combustível	Respostas	Porcentagem
Lenha	57	82,6 %
Gás Natural	1	1,5 %
Óleo BPF	1	1,5 %
Serragem/Cavaco	10	14,4 %
Total	69	100 %

Fonte: Autoria própria

O resultado da questão seguiu praticamente a mesma linha do demonstrado na Tabela 1. Entretanto, houve uma proporção maior do uso da lenha. Apesar da disponibilidade de um combustível mais limpo na região, o gás natural, as empresas continuam optando por uma matriz energética mais poluidora. A mudança de combustível provavelmente implicaria numa mudança na estrutura dos fornos, o que demandaria um investimento grande. Como já dito, e parcialmente verificado, boa parte das empresas são de pequeno porte e provavelmente não conseguiriam custear as mudanças necessárias. O carvão mineral não foi citado nenhuma vez. Porém, em conversa com alguns proprietários, foi dito que algumas olarias queimam pneus, e até carvão mineral, para iniciar a queima dos fornos (devido a um maior poder calorífico).

- **Questão 3: Qual o consumo mensal de lenha?**

Para as olarias que usavam lenha (57 empresas) foi questionado o consumo médio do combustível por mês. Nas respostas, as empresas foram divididas em 4 grupos. O primeiro grupo, com consumo inferior ou igual a 100 m³ de lenha por mês, foi composto por 8 empresas (14,0%). As empresas que tiveram seu consumo mensal entre 100 e 250 m³ formaram o segundo grupo, representando o consumo de 20 fábricas (35,1%). O terceiro grupo, que utiliza entre 250 e 500 m³ de lenha foi representado por 16 empresas (28,1%). Já o último grupo compreendeu as olarias com consumo mensal superior a 500 m³ e contou com 7 empresas (12,3%). Seis empresas não souberam informar o consumo mensal do referido combustível (10,5%). As empresas restantes não

foram incluídas, pois não consumiam lenha. As respostas estão resumidas na Tabela 13.

Tabela 13 – Quantidade de lenha consumida mensalmente

Consumo de Lenha	Respostas	Porcentagem
Consumo < 100 m ³	8	14,0 %
100 m ³ < Consumo < 250 m ³	20	35,1 %
250 m ³ < Consumo < 500 m ³	16	28,1 %
Consumo > 500 m ³	7	12,3 %
Não Souberam	6	10,5 %
Total	57	100%

Fonte: Autoria própria

Para tal pergunta, o valor máximo obtido nas respostas foi de 1200 m³ e o mínimo de 26 m³. O consumo de lenha, assim como o número de fornos serve como indicador da distribuição do tamanho das empresas. O maior número de empresas com poucos fornos indicou uma predominância de pequenas indústrias. Verificando o consumo de lenha, a maior parte das fábricas fica em torno de um consumo médio (que foi de 322 m³), ou seja, empresas de porte médio. Com tais resultados, 2 hipóteses são possíveis: predominância de pequenas empresas com baixa eficiência energética de seus fornos (elevado consumo de lenha) ou maior número de empresas de médio porte.

- Questão 4: Qual a quantidade de fornos utilizados na empresa?**

Nessa questão, as empresas foram agrupadas conforme a quantidade de fornos. Trinta e cinco olarias se enquadraram no primeiro grupo, que possuía até 2 fornos (50,7%). O segundo grupo foi constituído por fábricas de 3 até 5 fornos contou com um número de 26 empresas (37,7%). O terceiro grupo, formado por empresas que possuíam entre 6 e 9 fornos, totalizando 5 fábricas (7,2%). O último grupo foi constituído por empresas que possuíam mais de 10 fornos,

com 3 olarias fazendo parte dele (4,4%). As informações obtidas estão contidas na Tabela 14.

Tabela 14 – Número de fornos em cada olaria

Número de Fornos	Respostas	Porcentagem
Até 2	35	50,7 %
Entre 3 e 5	26	37,7 %
Entre 6 e 9	5	7,5 %
Maior que 10	3	4,4 %
Total	69	100 %

Fonte: Autoria própria

O número de fornos é um indicador do tamanho das olarias. A grande maioria das fábricas entrevistadas possuía até 3 fornos (em torno de 72% delas). Ou seja, boa parte das indústrias é de pequeno porte. Entretanto, tal indicador não é totalmente confiável, visto que 3 indústrias das 4 que afirmaram possuir apenas um forno tinham um forno contínuo, ou seja, de grande capacidade de produção.

- **Questão 5: Quantas horas por semana cada forno funciona?**

Nessa pergunta, as empresas entrevistadas novamente divididas em quatro grupos. O primeiro foi o grupo em que cada forno em média fica até 48 horas por semana em funcionamento, e abrangeu 21 empresas (30,5%). O segundo foi composto pelas fábricas que declararam manter cada forno trabalhando entre 48 e 96 horas, composto por 13 olarias (18,8%). Treze também foi o número de fábricas que disseram que cada forno seu funciona entre 96 e 144 horas (18,8%). O quarto grupo foi o das olarias que disseram que cada forno operava mais de 144 horas, abrangendo 10 empresas (14,5%). Doze indústrias não souberam informar o dado requisitado (17,4%). Os dados obtidos estão na Tabela 15.

Tabela 15 – Média de funcionamento semanal de cada forno

Horas semanais que cada forno funciona	Respostas	Porcentagem
Até 48 horas	21	30,5 %
Entre 48 e 96 horas	13	18,8 %
Entre 96 e 144 horas	13	18,8 %
Maior que 144	10	14,5 %
Não Souberam	12	17,4 %
Total	69	100%

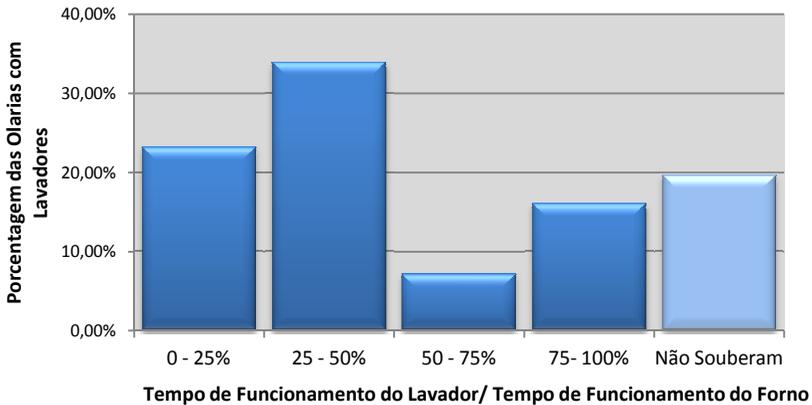
Fonte: Autoria própria

Essa pergunta demonstra a carga de trabalho de cada olaria. Dez olarias atuam praticamente na plenitude da capacidade de trabalho (uma semana com um total de 168 horas). A média de horas de funcionamento de cada forno foi de 86,7 horas, com um mínimo de 12 e um máximo de 168 horas (no caso das 3 olarias que revelaram possuir forno contínuo).

- Questão 6: Durante o funcionamento do forno, quanto tempo o lavador permanece ligado?**

A pergunta foi direcionada exclusivamente às empresas que usavam o lavador de gases (56). As respostas foram separadas em quatro faixas de valores: até 25% do tempo de funcionamento do forno, entre 25 e 50%, entre 50 e 75% e entre 75% e 100%. O primeiro grupo correspondeu a 13 olarias (23,2%), o segundo a 19 (33,9%), o terceiro 4 (7,1%) e por último o quarto grupo, composto por 9 olarias (16,1%). Onze empresas não souberam responder (19,6%). As respostas não incluídas contêm as olarias que não contavam com lavador de gases ou que não possuíam ECPA. As respostas são demonstradas na Figura 7.

Figura 7 – Fração de tempo entre o funcionamento do lavador de gases e o forno



Fonte: Autoria própria

Apenas nove olarias (16,1%) disseram deixar o lavador ligado durante toda a operação dos fornos. Essa pergunta não estava inicialmente incluída no questionário. Talvez a descoberta mais relevante do questionário foi a de que os lavadores de gases, na maioria das empresas não ficam ligados durante a totalidade do tempo de funcionamento dos fornos. Em conversa, muitos citaram que deixam o equipamento ligado apenas durante a fase chamada de “arrojo”. Essa é uma etapa antes do forno atingir a condição de queima plena, na qual é introduzida uma grande quantidade de combustível. Nessa fase, portanto, as condições de combustão são alteradas e há a emissão de fumaça de coloração escura. Há, então, uma crença de que quando a fumaça está branca, não ocorre a emissão de poluentes.

- **Questão 7: A empresa já realizou alguma análise de emissões atmosféricas?**

A grande maioria das empresas, 67 (97,1%) das 69 entrevistadas, afirmou já ter realizado algum tipo de avaliação de suas

emissões atmosféricas. Duas disseram nunca ter realizado nenhuma análise (2,9%).

O resultado demonstra um impacto positivo do Termo de Ajuste de Conduta, firmado junto ao Ministério Público em 2004. As olarias, para a obtenção de licenças ambientais, devem apresentar laudos de suas emissões atmosféricas Partindo do pressuposto que as análises tiveram como objetivo satisfazer exigências do poder público, este tem, teoricamente, bons dados em mãos para tratar a questão.

- Questão 8: As licenças ambientais da empresa estão regularizadas?**

Uma parte considerável das olarias afirmou estar com a situação de suas licenças ambientais regularizadas: 66 delas, ou em torno de 96%. Duas delas revelaram possuir pendências quanto às licenças (2,9%), uma delas não soube responder. A Tabela 16 sintetiza essas informações.

Tabela 16 – Conformidade das fábricas com suas licenças ambientais

	Respostas	Porcentagem
Sim	66	95,7 %
Não	2	2,9 %
Não Souberam	1	1,4 %
Total	69	100 %

Fonte: Autoria própria

Novamente, as respostas apontam para um resultado positivo para o Termo de Ajuste de Conduta, pois as respostas demonstram um comprometimento das olarias com a questão ambiental (reforçado pelos indícios das questões 2 e 13). Após o TAC, a emissão de todas as licenças ficou vinculada a instalação de ECPA.

- **Questão 9: A empresa já foi notificada alguma vez pelo órgão ambiental devido as suas emissões atmosféricas?**

Onze foram as empresas que responderam positivamente á essa questão, ou aproximadamente 15,9% das entrevistadas. Já 56 delas disseram nunca terem sido notificadas (81,2%), duas não souberam responder. (correspondendo a 2,9% do total de entrevistados). A demonstração desses dados está na Tabela 17.

Tabela 17 – Olarias que já foram notificadas

	Respostas	Porcentagem
Sim	11	15,9 %
Não	56	81,2 %
Não Souberam	2	2,9 %
Total	69	100 %

Fonte: Autoria própria

Quando questionadas, algumas empresas disseram terem sido autuadas pela questão da extração de argila, já quanto à questão da poluição do ar o número não foi muito significativo.

- **Questão 10: As olarias contribuem para a poluição do ar da região?**

Das olarias questionadas, 44 (ou 64%) delas afirmaram que o setor contribui para o comprometimento da qualidade do ar na região. Vinte e uma disseram o contrário, acham que não há influência alguma (30,4%). Já outras 4 olarias não souberam responder a pergunta (5,8%). Demonstrado na Tabela 18 a opinião das olarias quanto à poluição do ar.

Tabela 18 – Olarias que acreditam em sua influência na qualidade do ar

	Respostas	Porcentagem
Sim	44	63,8 %
Não	21	30,4 %
Não Souberam	4	5,8 %
Total	69	100 %

Fonte: Autoria própria

Essa pergunta teve como fim, verificar se as pessoas envolvidas com o trabalho das olarias tem consciência das consequências que a atividade tem na qualidade do ar da região. A maioria acredita que há sim uma influência da atividade das cerâmicas na poluição atmosférica. O primeiro passo para a solução do problema é a consciência dos empresários de que a sua atividade econômica impacta no meio ambiente. Apesar disso uma quantidade considerável (quase um terço delas) crê que não há contribuição alguma. Tal fato demonstra que apesar das ações do Ministério Público, o setor não está totalmente convencido de sua interferência na qualidade do meio-ambiente. A despeito de terem comprado os equipamentos de tratamento de gases, as empresas não foram informadas adequadamente acerca da problemática.

4.2 DOCUMENTOS RELACIONADOS ÀS LICENÇAS AMBIENTAIS

Levando em conta tanto os documentos obtidos na regional de Criciúma, quanto a de Tubarão, foram encontrados documentos de 151 olarias da região. Para se ter uma noção, na Itália são 238 fábricas do setor, 183 na Alemanha, 150 em Portugal, 136 na França e 134 no Reino Unido (UNIÃO EUROPEIA, 2007a). No mesmo estudo há relação da quantidade de olarias por milhão de habitantes, onde o maior número é na Dinamarca (5,1). Na região aqui pesquisada, a mesma relação chega ao valor de 371 olarias para cada milhão de habitantes. Das fábricas com dados disponíveis 99 produzem tijolos (65,6%), 32 telhas (21,2%), 3 produziam outros produtos (telhas e tijolos conjuntamente e revestimentos cerâmicos). Os documentos das 17 empresas restantes

(11%) não descreveram qual era o produto final. A Tabela 19 revela a distribuição geográfica das olarias.

Tabela 19 – Distribuição das olarias no sul do estado

Cidades	Número de Olarias	Porcentagem
Braço do Norte	1	0,7%
Cocal do Sul	2	1,3%
Criciúma	8	5,3%
Içara	29	19,2%
Jaguaruna	4	2,6%
Lauro Müller	1	0,7%
Maracajá	1	0,7%
Meleiro	3	2,0%
Morro da Fumaça	50	33,1%
Pedras Grandes	1	0,7%
Sangão	40	26,5%
Siderópolis	1	0,7%
Sombrio	3	2,0%
Timbé do Sul	2	1,3%
Treze de Maio	2	1,3%
Tubarão	3	2,0%
Total	151	100,0%

Fonte: Autoria própria

O maior percentual das olarias situou-se nas três cidades onde foi aplicado o questionário: Morro da Fumaça (33,1%), Sangão (26,5%) e Içara (19,2%), totalizando quase 79% das olarias localizadas nos três municípios. Levando em conta os três municípios, é possível ver a distribuição geográfica por tipo de produto na Tabela 20.

Tabela 20 – Concentração de olarias nos três principais municípios

Cidades	Tijolos	%Total	Telhas	%Total
Içara	24	24,3%	3	9,4%
Morro da Fumaça	43	43,4%	4	12,5%
Sangão	11	11,1%	20	62,5%
TOTAL	78 (99)	78,8%	27 (32)	84,4%

Fonte: Autoria própria

Assim, pode-se ver que em Morro da Fumaça e Içara há a maior parcela de olarias produtoras de tijolos, enquanto Sangão concentra a maior parcela das produtoras de telhas.

Nesses documentos foi também possível averiguar qual era o combustível utilizado por cada empresa, a Tabela 21 demonstra tais dados.

Tabela 21 – Combustíveis utilizados pelas olarias

Combustível	Número de Olarias	Porcentagem
Lenha	101	66,9%
Serragem	13	8,5%
Lenha e Serragem	12	8,0%
Outros	6	4,0 %
Não Informado	19	12,6%
Total	151	100,00%

Fonte: Autoria própria

Os dados levantados junto às licenças corroboram com aqueles já obtidos por meio dos questionários. A principal fonte energética para os fornos é a lenha e seus derivados (83%). Entretanto, uma considerável quantidade de olarias não revelava o combustível utilizado

(13%). Alguns dados essenciais como o posicionamento geográfico (por meio de coordenadas cartográficas) foram informados poucas vezes. De todas as 151 olarias, apenas 82 (54,3%) forneceram tal dado. Outro ponto importante, os dados de emissão atmosférica, foram encontrados nas pastas de apenas 67 empresas (para o material particulado, 44% delas) e 65 para os óxidos de enxofre (SO_x), ou 43%. Já dados dos óxidos de nitrogênio, poluente importante dos processos de combustão, foram encontrados em quantidade desprezível.

Ainda na questão da qualidade do ar, 62 delas (41%) afirmaram possuir algum tipo de tratamento de efluentes atmosféricos, enquanto 39 disseram não ter nenhum (26%). Para o percentual restante (33%), não foi encontrado nenhum dado que fizesse referência ao assunto. O sistema de tratamento preponderante foram os lavadores de gases, com 61 empresas das 62 optando pelo uso desse equipamento (quase a totalidade). Tal dado vai ao encontro do verificado no questionário. Um panorama sobre dados gerais (mensais) obtidos aparece na Tabela 22.

Tabela 22 – Dados gerais das olarias

	Produção de Tijolos (unidades/mês)	Produção de Telhas (unidades/mês)	Consumo Lenha (m ³ /mês)	Serragem (m ³ /mês)	Lenha e Serragem (m ³ /mês)
Mínimo	40.000	60.000	40	100	160
Média	280.000	250.000	342	677	290
Máximo	1.800.000	800.000	3.000	2.100	500
Desvio Padrão	205.768	200.065	344	674	96
Total	30.182.000	9.459.000	31.480	8.800	3.480
Nº de Dados	99	32	92	13	12

Fonte: Autoria própria

A Tabela 23 mostra algumas informações acerca do consumo de matérias-primas e insumos.

Tabela 23 – Consumo de Matérias-Primas e Insumos

	Argila (ton./mês)	Eletricidade (kWh/mês)	Água (m ³ /mês)
Mínimo	25	490	1
Média	673	14.112	25,6
Máximo	3.600	105.000	192
Desvio Padrão	500	18.804	32
Total	79.357	1.354.729	2.689
Nº de Dados	118	96	105

Fonte: Autoria própria

Pode-se ver que em ambas as tabelas anteriores há uma grande variabilidade nos dados. O desvio padrão quase em todos os casos se aproxima da magnitude da média. Isso significa que há uma grande diferença dos dados fornecidos de cada olaria, indicando uma segregação das mesmas em diferentes portes de empresa.

Na Tabela 24, dados relacionados à questão ambiental são apresentados. Para as taxas de emissão anual foi utilizada a quantidade média de horas que as olarias trabalham. Já para a obtenção da eficiência da combustão dos fornos, dados de concentração de monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂) fornecidos nos documentos foram utilizados na Equação 3 (conforme GIUGLIANO, 2011).

$$Eficiência\ Combustão = \frac{CO_2}{CO_2 + CO} = \frac{1}{\left(1 + \frac{CO}{CO_2}\right)} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

- CO₂ é a concentração de dióxido de carbono;
- CO é a concentração de monóxido de carbono;

Tabela 24 – Dados ambientais das olarias⁷

	Idade Licenças (anos)	Eficiência Remoção MP (%)	Eficiência Remoção SO _x (%)	Eficiência Combustão (%)	Emissão MP (Ton./Ano)	Emissão SO _x (Ton./Ano)
Mínimo	1	16,4%	4,4%	75,8%	0,24	0,01
Média	4,0	65,7%	31,7%	94,6%	1,67	0,33
Máximo	13	83,6%	69,4%	99,97%	18,23	5,91
Desvio Padrão	3,73	16,3%	18,4%	5,9%	3,08	1,01
Total					188,7	59,6
Nº de Dados	88	41	34	47	67	65

Fonte: Autoria própria

Como encontrado nos documentos, das 62 empresas com algum sistema de tratamento de gases, 41 delas possuíam uma avaliação da eficiência. Ou seja, praticamente 1 terço das empresas desconhece se o seu ECPA funciona adequadamente. Quando avaliados, os lavadores de gases demonstraram um desempenho pífio, tanto para a remoção de partículas, quanto para a remoção dos óxidos de enxofre. Foi encontrada uma média de 66% de remoção para o material particulado e 31,7% para os SO_x.

Conforme a USEPA (1999) para a remoção de partículas, os lavadores facilmente atingem eficiências próximas de 99% para partículas próximas a 10 um diâmetro. A eficiência máxima entre todos os tratamentos encontrados foi de apenas 83,6%.

Apesar da eficiência de remoção ter deixado a desejar, nenhuma das olarias superou os valores estabelecidos pela a resolução n. 436/2011 (portanto, todas as que fizeram laudos de emissões atmosféricas estão em conformidade com a lei, para MP e SO_x). A concentração média do material particulado na chaminé foi de 147,2 mg/Nm³ e a de óxidos de enxofre foi de 26,7 mg/Nm³. Como comparação, a União Europeia (2007a) estabeleceu como objetivo, no

⁷ Os dados de emissão consideraram o funcionamento de um forno por olaria e o tempo de funcionamento médio anual das olarias.

seu guia de melhores tecnologias disponíveis para o setor da cerâmica, o valor de até 20 mg/m³ para o MP e de até 2000 mg/m³ para os SO_x. Uma justificativa concentração de SO_x ser dessa magnitude é fato do teor de enxofre nas argilas europeias ser mais elevado.

Não se esperava que houvesse uma concentração de óxidos de enxofre, pela madeira praticamente não ter esse elemento em sua constituição. A emissão de SO_x fica então condicionada à concentração de enxofre na matéria-prima (argila), devido principalmente à pirita. A União Europeia (2007a) descobriu concentrações de até 2400 ppm de enxofre na argila utilizada em indústrias cerâmicas da Itália.

Para a emissão total de partículas, tem-se como comparativo a emissão de partículas relatada pela Companhia de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) no Relatório de Qualidade do Ar do referido estado. A emissão de indústrias aponta para um valor de 3060 toneladas por ano para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Ou seja, o valor de emissão das olarias do Sul de Santa Catarina (188,71 ton./ano) seria de em torno de 6% das emissões industriais fixas, inventariadas, da RMSP Isso apenas de posse dos dados de emissão de apenas 67 das 151 olarias levantadas. Se for feita uma estimativa grosseira, com a mesma média de emissão para os dados faltantes, ter-se-ia uma emissão de 425 toneladas de MP a cada ano (em torno de 12% das emissões de fontes fixas inventariadas em São Paulo).

Com os dados de produção e de consumo mensal de matérias-primas e insumos foi possível verificar a eficiência do emprego de recursos (matéria-prima e insumos) nas olarias produtoras de tijolos. O resultado pode ser verificado na Tabela 25.

Tabela 25 – Eficiência das olarias produtoras de tijolos no uso de recursos

	Argila/Tijolo (kg/unidade)	Eletricidade/Tijolo (Wh/unidade)	Lenha/Tijolo (m ³ /1000 un.)
Mínimo	1,00	6,25	0,32
Média	2,12	33,7	1,19
Máximo	5,56	254,3	10,0
Desvio Padrão	0,654	37,4	1,16
Nº de Dados	86	73	68

Fonte: Autoria própria

A mesma compilação foi feita para as fábricas produtoras de telhas. Os dados encontram-se na Tabela 26.

Tabela 26 – Eficiência no uso de recursos das empresas fabricantes de telhas

	Argila/Telha (kg/unidade)	Eletricidade/Telha (Wh/unidade)	Lenha/Telha (m ³ /1000 un.)
Mínimo	0,10	7,50	0,33
Média	2,43	91,4	1,65
Máximo	4,35	218,8	5,00
Desvio Padrão	0,998	65,9	1,04
Nº de Dados	30	19	22

Fonte: Autoria própria

Verificando o desvio padrão, em comparação com o valor da média, é possível ver que há uma grande flutuação nos valores dos dados. O consumo de matéria-prima e de insumos foi sempre maior nas indústrias que produzem telhas, ficando evidente no consumo de energia elétrica. Embora sejam produtos diferentes, com processos de produção diferentes, a comparação entre ambos serve para haver um modo de avaliação do emprego de recursos.

Para melhorar a demonstração dos dados, as olarias serão separadas por produtos (tijolos e telhas) e então por produção mensal.

Na produção mensal, procurou-se fazer uma divisão semelhante à feita por Cunha (2002). Para a composição desses grupos, obviamente, apenas foram consideradas as olarias que apresentaram a sua produção mensal. Ou seja, de 132 olarias, 99 que produziam tijolos e 32 produziam telhas. A Tabela 27 demonstra a composição de cada grupo.

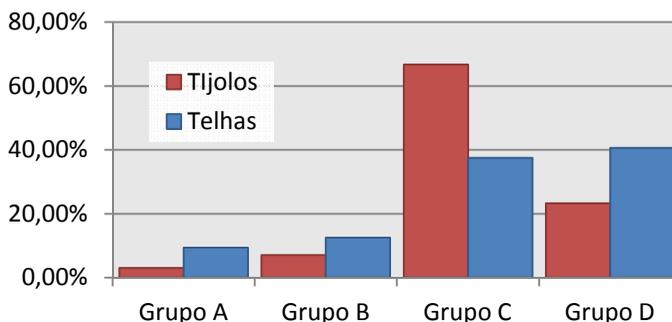
Tabela 27 – Formação de cada grupo

Produto	Grupo	Produção Mensal (Peças)	Quantidade de Olarias
Tijolos	A	Maior que 600.000	3 (3,0%)
	B	Entre 400.000 e 600.000	7 (7,1%)
	C	Entre 200.000 e 400.000	66 (66,7%)
	D	Até 200.000	23 (23,2%)
	Total		99 (100%)
Telhas	A	Maior que 600.000	3 (9,4%)
	B	Entre 400.000 e 600.000	4 (12,5%)
	C	Entre 200.000 e 400.000	12 (37,5%)
	D	Até 200.000	13 (40,6%)
	Total		32 (100%)

Fonte: Autoria própria

Tanto para as telhas, quanto para os tijolos, foi constatado que a maioria das olarias concentra-se nos grupos de menor produção, ou seja, são em maioria pequenas empresas. Tal fato fica evidenciado na Figura 8.

Figura 8 – Percentual de olarias em cada grupo



Fonte: Autoria própria

A Tabela 28 compara os dados de produção absoluta de cada um dos dois produtos principais das olarias.

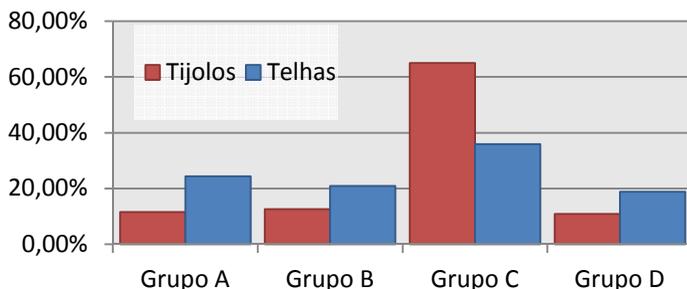
Tabela 28 – Produção de cada grupo

	Produção de Tijolos (unidades/mês)	Produção de Telhas (unidades/mês)
Grupo A	3.500.000 (11,6%)	2.330.000 (24,3%)
Grupo B	3.800.000 (12,6%)	1.980.000 (20,9%)
Grupo C	19.617.000 (65,0%)	3.394.000 (35,9%)
Grupo D	3.265.000 (10,8%)	1.785.000 (18,9%)
Total	30.182.000 (100%)	9.459.000 (100%)

Fonte: Autoria própria

No caso dos tijolos, é possível ver a enorme contribuição do grupo C para a produção, sendo responsável por quase 65% do total. Já no caso das telhas, a produção é melhor distribuída entre os grupos (o que indica uma baixa produtividade das menores olarias). Para os fabricantes de tijolos, a proporção do número de empresas para cada grupo e a produção absoluta delas é semelhante. Essa proporção é mais distorcida no caso das telhas. Por exemplo, o grupo A é composto por apenas 9% das empresas, entretanto é responsável por 24% da produção total. A Figura 9 demonstra os dados acima discutidos.

Figura 9 – Representatividade da produção de cada grupo.



Fonte: Autoria própria

A Tabela 29 a seguir, faz uma comparação entre médias dos dados ambientais dos grupos considerados para os tijolos, como também em relação à média geral das olarias (já demonstrado na Tabela 28).

Tabela 29 – Média dos dados ambientais para os produtores de tijolos

	Idade Licenças (anos)	Eficiência Remoção MP (%)	Eficiência Remoção SO _x (%)	Eficiência Combustão (%)
Grupo A	5,33	-	-	98,7%
Grupo B	6,40	51,4%	66,5%	95,2%
Grupo C	6,58	59,9%	30,3%	92,6%
Grupo D	5,14	62,1%	35,9%	79,6%
Média Geral	4,00	65,7%	31,7%	94,6%

Fonte: Autoria própria

O grupo com as licenças ambientais mais atualizadas foi o D, apesar de serem empresas de menor porte. Quanto às eficiências de remoção, a de material particulado surpreendentemente aumentou com a redução do porte das empresas (teve sua maior média para empresas do grupo D). Já para a remoção do SO_x, o melhor desempenho foi o do grupo B, mas apenas uma das 7 empresas ter fez tal análise. Além disso, encontraram-se poucos dados do Grupo A (tanto para a remoção do MP quanto do SO_x), por isso a ausência deles. Então, esses dados devem ser vistos com cautela. Já os dados consoantes à eficiência de combustão tiveram o resultado esperado. As empresas de maior porte possuem maior quantidade de recursos disponíveis, e, portanto, melhores condições para proporcionar aos seus fornos condições ideais de queima do combustível.

A seguir, os mesmos dados, mas para as indústrias fabricantes de telhas, na Tabela 30.

Tabela 30 – Médias dos dados ambientais para as produtoras de telhas

	Idade Licenças (anos)	Eficiência Remoção MP (%)	Eficiência Remoção SO _x (%)	Eficiência Combustão (%)
Grupo A	2,00	-	-	96,9%
Grupo B	4,50	79,1%	-	88,9%
Grupo C	8,00	-	-	94,5%
Grupo D	7,17	69,4%	37,2%	92,7%
Média Geral	4,00	65,7%	31,7%	94,6%

Fonte: Autoria própria

Com exceção do Grupo A, a média de idade das licenças ambientais das olarias fabricantes de telhas mostrou-se elevada. A do Grupo C chegou a ser o dobro da média total. Pouco pode ser dito sobre as eficiências de remoção, pois muitos dados não foram encontrados. Como pode ser visto na ausência de eficiências para os Grupos A e C. Ainda assim, apenas uma empresa fez análise de eficiência para a remoção do material particulado no Grupo B e quatro no grupo D. Já quanto à combustão podemos ver que o Grupo B demonstra uma eficiência inferior aos restantes.

Na Tabela 31 podem-se ver as eficiências do uso de recursos para cada grupo das olarias produtoras de tijolos.

Tabela 31 – Eficiências no uso de recursos para as fabricantes de tijolos

	Argila/Tijolo (kg/unidade)	Eletricidade/Tijolo (Wh/unidade)	Lenha/Tijolo (m ³ /1000 unidades)
Grupo A	-	-	-
Grupo B	1,82	33,9	0,79
Grupo C	2,07	22,6	1,06
Grupo D	2,45	53,4	1,60
Média Geral	2,12	33,7	1,19

Fonte: Autoria própria

Os dados do Grupo A não foram apresentados pelo fato da quantidade não ser representativa. Um bom rendimento na relação argila/tijolo foi encontrado no Grupo B e C. O Grupo D foi o que apresentou o pior aproveitamento de recursos em todos os quesitos.

A seguir, a Tabela 32 apresenta os mesmos dados, mas para as fabricantes de telhas.

Tabela 32– Eficiências no uso de recursos para as fabricantes de telhas

	Argila/Telha (kg/unidade)	Eletricidade/Tijolo (Wh/unidade)	Lenha/Tijolo (m ³ /1000 unidades)
Grupo A	2,58	-	-
Grupo B	2,12	106,1	-
Grupo C	2,23	77,1	1,46
Grupo D	2,67	95,2	1,90
Média Geral	2,12	33,7	1,19

Fonte: Autoria própria

O melhor aproveitamento do uso da argila foi o do Grupo B, entretanto a situação inverteu-se no consumo de energia elétrica por peça produzida. Já no aproveitamento energético, o Grupo D consome muito mais lenha que a média geral. Novamente, há uma lacuna de dados que não permite fazer inferências, mas em termos gerais, do aproveitamento de recursos, as olarias produtoras de telhas destoam da média geral das olarias.

Nas últimas duas tabelas foi possível verificar que há um mau uso dos recursos na maioria das pequenas, seja elas produtoras de telhas ou tijolos. De certa forma, os grupos compostos por elas foram sempre os com pior aproveitamento, destoando da média geral. Isso é um indício da falta de estruturação das pequenas olarias.

4.3 DISCUSSÃO FINAL

Inicialmente, o objetivo principal do presente trabalho era propor um sistema de tratamento de emissões atmosféricas para as indústrias da cerâmica vermelha da região de Morro da Fumaça/SC, com enfoque no material particulado. Com o passar do tempo, verificou-se que nunca se investigou em detalhes as fontes preponderantes de material particulado na região, e que a presente situação envolvendo as olarias tem as deixado em situação de incerteza acerca de seus futuros. Há a problemática ambiental (pressão da sociedade e dos órgãos de defesa do meio ambiente) e há a questão econômica (estrutura familiar e artesanal das empresas). Isso torna a situação muito complexa, pois as olarias são responsáveis por uma quantidade significativa de empregos na região (conforme dados presentes nas licenças ambientais, seriam 2.049 pessoas empregadas no setor).

Apesar da boa intenção do TAC, a concentração de indústrias pode ser tal que a medida tomada não surta efeito algum na qualidade do ar da região. Portanto, seria de grande valia uma avaliação mais aprofundada da situação. A pressão do Ministério Público fez com que a maioria das olarias optasse pela aquisição de lavadores de gases. Além de terem feito uma opção sem embasamento técnico algum e cara (como pode ser visto no questionário), os lavadores apresentaram um desempenho péssimo na remoção de poluentes.

Através de dois levantamentos exaustivos de informações: 71 questionários aplicados em olarias de 3 municípios diferentes, além da análise de cerca de 3.600 páginas de documentos digitalizados, foi possível chegar a algumas conclusões. A maioria das olarias opera poucas horas na semana e com poucos fornos (o que indica a predominância de olarias de pequeno porte). Há uma concentração geográfica das olarias em apenas três cidades (Morro da Fumaça, Içara e Sangão). As informações referentes à fonte energética preponderante dos fornos corroboraram com os encontrados no questionário e também em estudos prévios feitos sobre as olarias da mesma região. A lenha manteve-se como principal combustível utilizado nos fornos.

Notou-se uma representatividade grande das pequenas olarias, tanto em quantidade quanto na proporção da produção total. Quanto à eficiência no uso dos recursos as olarias fabricantes de telhas

demonstraram uma performance pior no aproveitamento de recursos (matéria-prima e insumos) que as fabricantes de tijolos. Quando segregadas em grupos, as pequenas olarias quase sempre apresentaram desempenho pior que as maiores, o que indica uma carência na melhor gestão de recursos.

A análise de documentos relativos às licenças ambientais demonstrou a falta de padronização das informações relativas às olarias. Existe uma tentativa por parte da FATMA para receber os dados desejados, entretanto não há uma correspondência por parte dos responsáveis pela parte ambiental das olarias. Isso também é notado na má qualidade dos estudos ambientais feitos para a concessão de licenciamento ambiental.

O questionário auxiliou a verificar uma questão muito importante: os equipamentos de controle de poluição do ar nem sempre funcionam durante toda a queima do forno. Há o entendimento, por parte das olarias, que apenas há poluição quando sua fábrica emite fumaça de tom escuro. A emissão de poluentes pode ser bem mais crítica que a verificada. Segundo o questionário, boa parte das empresas possui ECPA instalados, já fez análise de emissões atmosféricas e está com suas licenças ambientais regularizadas. Isso demonstra um aspecto positivo do TAC que conseguiu fazer com que as olarias se empenhassem nesse aspecto ambiental. Entretanto, algumas fragilidades também foram evidenciadas: a maioria das olarias não recebe assistência técnica e nem possui o projeto da empresa fabricante do ECPA.

A emissão de material particulado das olarias, baseadas em dados de 67 das 151 olarias levantadas, apontam para um valor considerável se comparado com emissões fixas de São Paulo. As emissões de óxidos de enxofre estão atreladas à concentração dessa substância na argila. Já as emissões de NO_x foram registradas nos laudos de apenas duas olarias. A eficiência de remoção, tanto de material particulado quanto a de óxidos de enxofre, foi medíocre. Nesse aspecto é que começam entrar em choque as informações do questionário com a do segundo levantamento.

Os questionários apontavam para bons resultados do TAC. Mas a partir do momento em que se verifica a eficiência de remoção dos ECPA e a ausência de laudos de emissão atmosférica (pelo menos em relação ao que se esperava pelo questionário), o efeito positivo das ações

resultantes do Termo de Ajuste de Conduta começa a ser enxergado com desconfiança. Apesar da crítica, em nenhum laudo de emissão atmosférica das olarias mostrou concentração de poluentes acima do que permite a resolução n. 436/2011. Mas isso não significa que não haja impacto na qualidade do ar local e na saúde da população. É digna de nota a falta de uma rede de dados da qualidade do ar na região, historicamente problemática quanto à qualidade do ar.

5 CONCLUSÃO

Embora não se possa afirmar categoricamente, devido à ausência de dados, há indícios de que as emissões atmosféricas provenientes das olarias (principalmente a de material particulado) causam um impacto significativo na qualidade do ar da região. Isso se deve a uma série de fatores como: combustível utilizado, tempo de funcionamento e eficiência reduzida dos ECPA. Há também uma série de complicadores para a situação: o mau assessoramento ambiental recebido, a brandura da legislação e a falta de uma base de dados que ajude no planejamento regional (tanto da qualidade do ar quanto das emissões).

6 RECOMENDAÇÕES

Para que os problemas verificados se encaminhem para uma solução, é necessária uma série de medidas. O envolvimento de instituições que auxiliem as olarias a lidar tanto com a questão ambiental (tratamento de efluentes atmosféricos, resíduos sólidos, produção mais limpa), quanto com a questão econômica, ajudariam as mesmas a aperfeiçoar o uso de recursos. Há também a necessidade de uma sensibilização ambiental das indústrias da cerâmica vermelha, pois perderam boa parte da vontade de colaborar com a questão ambiental depois da imposição do TAC. Instituições como a UFSC, UNESC SEBRAE, FIESC, poderiam ter um papel muito importante em tal processo.

A FATMA deveria aprimorar a maneira de recebimento dos dados das olarias, para que informações relevantes e que ajudem no planejamento da melhoria da qualidade ambiental da região sejam obtidas.

Além disso, a aquisição e gerenciamento de informações dessas indústrias, gerando uma base de dados, são essenciais para aprimorar a gestão das empresas e do setor produtivo das olarias como um todo. Dados pouco fornecidos como o tipo de forno utilizado, quantidade de fornos, de chaminés, altura das chaminés e a emissão de outros poluentes (SO_x , NO_x e CO) são essenciais para que se possam prever eventos críticos de poluição do ar (através da modelagem matemática), bem como o grau de sensibilidade ambiental da região. Estudos relacionados à qualidade do ar têm de ser incentivados não apenas na região, mas em todo o estado.

A inexistência de um monitoramento de qualidade do ar ambiente é algo extremamente inadmissível em uma região que concentra um grande número de potenciais poluidores. Quem sofre, silenciosamente, com tal descaso é a população que vê sua expectativa e qualidade de vida serem reduzidas devido à omissão do poder público. A atualização das legislações nacionais, tanto na questão de valores, quanto na questão de conceitos e também um maior empenho do poder público na questão da poluição do ar é essencial para que cada vez sejam menores os prejuízos causados pela contaminação do ar. Afinal, até mais importante que a qualidade da água que bebemos todos os dias, é a qualidade do ar que respiramos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBEX, Marcos Abdo. **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara - SP.** Tese (Doutorado em Patologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5144/tde-07042003-231607/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2012.

BAIRD, Colin. **Química ambiental.** 2. edição Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p. ISBN 8536300027

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística aplicada às ciências sociais.** 7. ed. rev. Florianópolis, SC: Ed. da UFSC, 2008. 315p. ISBN 9788532803962

BELL, Michelle L.; DAVIS, Devra L. **Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and Chronic Consequences of Acute Exposure to Air Pollution.** Environmental Health Perspectives, Volume 109 (Suplemento 3):389–94, 2001. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240556/>, Acesso em: 20 de outubro de 2012.

BOUÇAS, Janaína Gonçalves. **Aplicação de técnicas nucleares nos estudos de avaliação da poluição do ar da região metropolitana de Belo Horizonte.** Dissertação (Mestrado) – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.btdt.cdtn.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=112>. Acesso em: 25 de outubro de 2012.

BRICK DEVELOPMENT ASSOCIATION. **Brick for Life.** 20-?. Disponível em: <<http://brick.org.uk/wp-content/uploads/2011/05/BRICK-FOR-LIFE.pdf>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

COELHO, Cristiane Degobbi. **Análise dos contaminantes biológicos presentes no material particulado (PM_{2,5}) de amostras da região**

metropolitana de São Paulo. Tese (Doutorado em Patologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5144/tde-25092009-144040/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade do ar no estado de São Paulo.** 2011. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade do Ar.** 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicar/21-Poluentes>>. Acesso em: 20 de outubro de 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 03 de 28 de junho de 1990.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 22 de outubro de 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 436 de 22 de dezembro de 2011.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>>. Acesso em: 22 de outubro de 2012.

CUNHA, Yasmine Moura da. **Aspectos da paisagem oleira de Morro da Fumaça (SC).** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis, 2002.

DADAM, Alessandro Pedro. **Análise térmica de um forno túnel utilizado na indústria de cerâmica vermelha [107] f.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC0893.pdf>>. Acesso em: 30 de outubro de 2012.

GIUGLIANO, Michele. **Le Emissioni di Inquinanti da Combustione Fisse.** Corso di Inquinamento Atmosferico – Parte I, 2011. Notas de Aula.

GODISH, Thad. **Air quality**. 2nd.ed. Chelsea: Lewis, c1991. 422p. ISBN 0873713680 : (Enc.)

HOET, Peter H. M.; NEMERY, Benoit; NEMMAR, Abderrahim. **The Meuse Valley fog of 1930: an Air Pollution Disaster**. 2001.

Disponível em: <

<http://academics.rmu.edu/faculty/short/envs4450/references/Nemery-B-et-al-2001.pdf>>, Acesso em: 10 de outubro de 2012.

HOINASKI, Leonardo. **Avaliação de métodos de identificação de fontes emissoras de material particulado inalável (MP₁₀)**. 134 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2010. Disponível em:

<<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGEA0376-D.pdf>>. Acesso em: 19 de outubro de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas Versão 2.0**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0>>. Acesso em: 11 de novembro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de Dados: Cidades@**. 2012. Disponível em:<

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em 5 de novembro de 2012.

KAWAGUTI, Wagner Mitio. **Estudo do comportamento térmico de um forno intermitente tipo paulistinha utilizados na indústria de cerâmica vermelha**. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade

Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, 2005. Disponível em: <

<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC0890.pdf>>. Acesso em: 31 de outubro de 2012.

MARTINS, Marco Antonio Garcia. **Varição da composição e toxicidade do material particulado ao longo do dia na cidade de São Paulo**. Tese (Doutorado em Patologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5144/tde-27082010-175749/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2012.

MEDEIROS, Nadja Rigoni. **Estudo da Presença de Dióxido de Enxofre e Fumaça e da Incidência de Doenças do Aparelho Respiratório no Município de Morro da Fumaça/SC**. Trabalho de Conclusão de Curso do em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2004.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA (MP/SC). **Termo de Retificação e Ratificação ao Compromisso de Ajustamento de Condutas Firmado com a Indústria de Cerâmica Vermelha e de Revestimento**. 2007. Disponível em: <http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/conteudo/cao/cme/atividades/polui_cao_atmosferica/olarias.doc >. Acesso em: 06 de agosto de 2012.

MONTALI, Eliza Frattini. **Emissões atmosféricas industriais: uma proposta de indicadores de pressão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000478956> >. Acesso em: 16 de novembro de 2012.

NOVA GALES DO SUL. **Protection of the Environment Operations (Clean Air) Regulation 2010**. 2012. Disponível em: <<http://www.legislation.nsw.gov.au/maintop/view/inforce/subordleg+428+2010+cd+0+N>> Acesso em: 15 de janeiro de 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **WHO Air quality guidelines global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide**. 2005. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf >. Acesso em 22 de outubro de 2012.

QUIRINO, Waldir F.; DO VALE, Ailton T.; DE ANDRADE, Ana Paula A.; ABREU, Lúcia S.; AZEVEDO, Ana Cristina. **Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos**. Revista da Madeira, n. 89, p. 100-106, Abril de 2005. Disponível em: <<http://funtecg.org.br/arquivos/podercalorifico.pdf>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2013.

REDIVO, Rosânio Bortolato. **Uma análise da gestão de empresas produtoras de cerâmica vermelha do sul de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://tede.ufsc.br/teses/PEPS5121.pdf>>. Acesso em: 01 de novembro de 2012.

SANTA CATARINA. Ministério Público Estadual. **Programa de Prevenção e Repressão e Prevenção à Poluição Atmosférica**, 18 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/conteudo/cao/cme/atividades/polui_cao_atmosferica/olarias.doc>. Acesso em: 02 de novembro de 2012.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Planejamento. **PIB Municipal**, 8 de dezembro de 2010. Disponível em: <http://www.spg.sc.gov.br/dados_munic.php#pibmunicipal>. Acesso em: 02 de novembro de 2012.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia das Minas e Energia. **Diagnóstico do Setor de Cerâmica Vermelha em Santa Catarina.** Florianópolis, 1990.

SOUZA, Natan Felipe. **A Qualidade do Ar em Morro Da Fumaça e seus Efeitos Sobre a Saúde da População.** Trabalho de Conclusão de Curso do em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2011.

SOUZA, Thiago A. B. **Avaliação da Concentração dos Principais Poluentes Atmosféricos Monitorados na Região Sul do Estado de Santa Catarina.** Trabalho de conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Criciúma, 2010. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000044/00004494.pdf.pdf>>. Acesso em: 09 de novembro de 2012.

UNIÃO EUROPEIA (UE). **Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry**. 2007a.

Disponível em:

<http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf>. Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

UNIÃO EUROPEIA (UE). **Regulamentação nº 715 de 2007**. 2007b.

Disponível em:

<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:171:0001:0016:pt:PDF>>. Acesso em 03 de janeiro de 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Extramural Research: Particulate Matter**. 2012.

Disponível em: <<http://www.epa.gov/ncer/science/pm/>>. Acesso em 15 de outubro de 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Wood Combustion Basics – EPA Workshop**. 2011.

Disponível em:

<<http://www.epa.gov/burnwise/workshop2011/WoodCombustion-Curkeet.pdf>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **APTI – RE-100: Basic Concepts in Environmental Sciences** 2010. Disponível em:

<<http://www.epa.gov/apti/bces/module1/index.htm>>. Acesso em: 03 de novembro de 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Integrated Science Assessment for Particulate Matter**. 2009. Disponível em:

<http://www.epa.gov/ncea/pdfs/partmatt/Dec2009/PM_ISA_full.pdf>. Acesso em: 19 de outubro de 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **APTI 413 – Control of Particulate Emissions**. 1999.

Disponível em < <http://www.epa.gov/apti/catalog/cc413.html>>. Acesso em: 14 de setembro de 2012.

8 APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO APLICADO

QUESTIONÁRIO CERÂMICAS

1. A sua fábrica possui sistema de tratamento de gases? (SIM) (NÃO)
 - a) Qual tipo? (LAVADOR) (FILTRO MANGA) (CICLONE) (CÂMARA)
 - b) Qual foi seu custo (estimado)? (IMPLANTAÇÃO; MANUTENÇÃO)
 - c) Qual o motivo de instalação do equipamento na chaminé? (Licença FATMA) (Iniciativa Própria) (Outros: _____)
 - d) Você tem tido problemas com o sistema de tratamento? (SIM) (NÃO)
 - e) Qual a frequência desses problemas? (
 - f) A empresa fabricante do sistema fornece assistência técnica? (SIM) (NÃO)
 - g) A empresa possui o projeto do sistema de tratamento? (SIM) (NÃO)
2. Qual o combustível é utilizado no forno?
3. Qual a quantidade de combustível utilizado por mês?
4. Quantos fornos a empresa possui?
5. Quantas horas por semana em média um forno funciona?
6. Dessas horas que o forno funciona, quantas o equipamento de tratar gases funciona?
7. Já foi feita alguma análise da emissão atmosférica? (SIM) (NÃO)
8. As licenças ambientais estão regularizadas? (SIM) (NÃO)
9. A empresa já foi notificada alguma vez por órgão ambiental ou judicial devido a seus efluentes atmosféricos? (SIM) (NÃO)
10. Você considera que as olarias poluem o ar da região? (SIM) (NÃO)